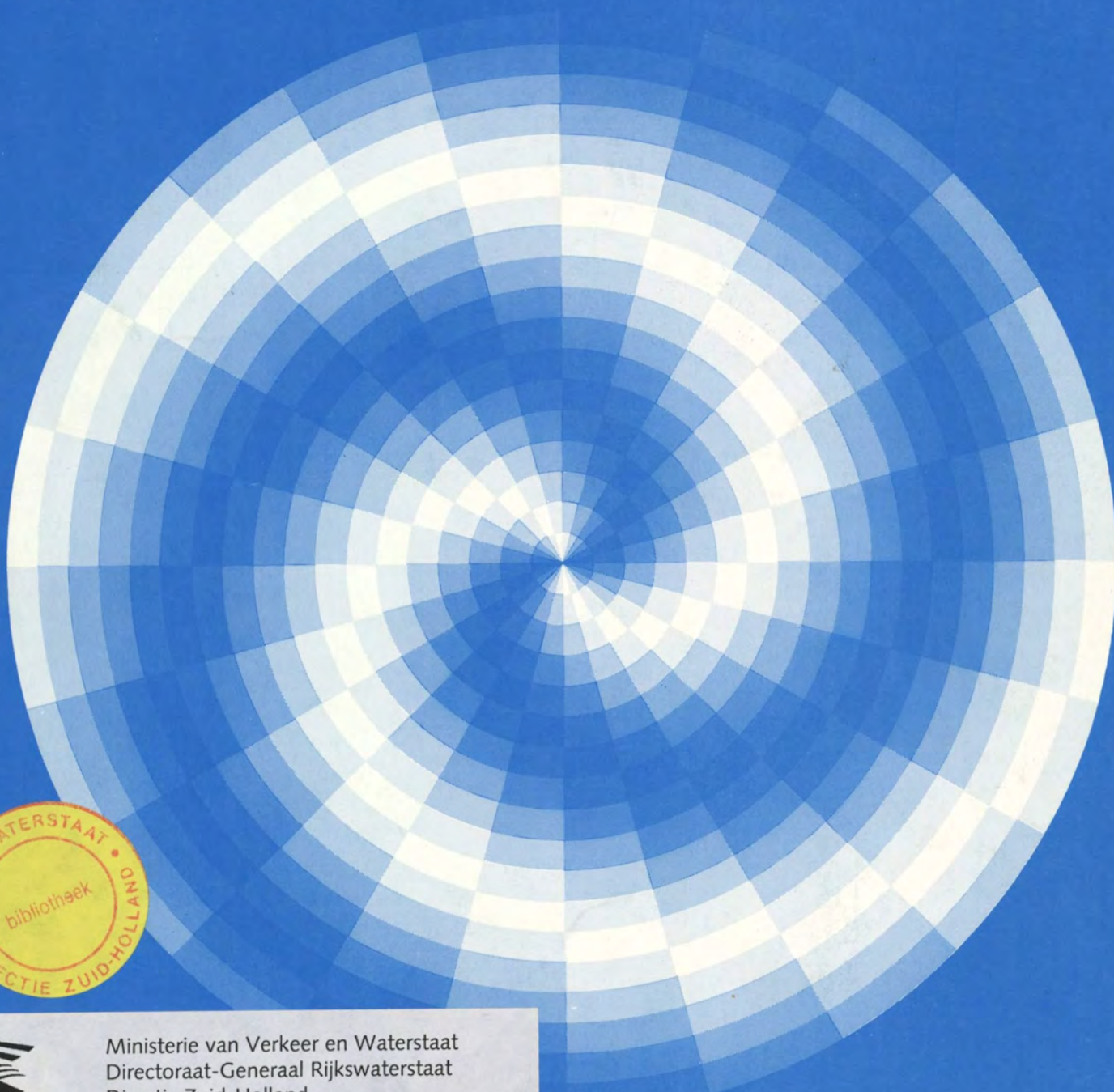


de waterkwaliteit van de noordzee 1975 - 1982

rijksinstituut
voor zuivering
van afvalwater



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zuid-Holland
Bibliotheek

WA120-123

de waterkwaliteit van de noordzee

1975 -1982

resultaten van het routinematig onderzoek

rijkswaterstaat

directie benedenrivers

postbus 137

3300 AC dordrecht

Opgenomen in bibliotheek

Onder Nr. C 3022 -

Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater

(nota nr. 83.084)

Directie Noordzee

Directie Waterhuishouding en Waterbeweging

Lelystad, oktober 1983



Sateliëtopname van het Nederlandse kustwater. (sateliet LANDSAT, foto: Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium NLR)

Inhoudsopgave

1. Inleiding	5
2. Hydrografie van de Noordzee	7
2.1. Algemeen	
2.2. Stroming	
2.3. Het Nederlandse deel van de Noordzee	
2.4. Stromingsbeeld langs de Nederlandse kust	
3. Functies van het Nederlandse deel van de Noordzee in relatie tot de kwaliteit van het aquatisch milieu	11
3.1. Algemeen	
3.2. Eisenstellende functies	
3.3. Beïnvloedende factoren	
4. De belasting van de Noordzee door verontreinigingen	13
4.1. Algemeen	
4.2. Belasting via waterlopen	
4.3. Belasting via directe lozingen vanaf land	
4.4. Stortingen, lozingen en verbrandingen op zee	
4.5. Belasting door scheepvaart	
4.6. Belasting bij de winning van delfstoffen	
4.7. Neerslag	
4.8. Grensoverschrijdende belasting	
4.9. Totale belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee	
4.10. Globale slibbalans van het Nederlandse deel van de Noordzee	
5. Het waterkwaliteitsonderzoek van de Noordzee	19
5.1. Algemeen	
5.2. Bemonstering vanaf het strand	
5.3. Bemonstering op zee	
5.4. Het Joint Monitoring Programme	
5.5. Overige onderzoeken	
6. Wijze van interpretatie en toetsing	23
6.1. Interpretatie	
6.2. Toetsing	
7. Beschrijving parameters	27
7.1. Rivierafvoeren	
7.2. Saliniteit	
7.3. Zwevende stof	
7.4. Zuurgraad	
7.5. Temperatuur	
7.6. Zuurstofhuishouding	
7.7. Nutriëntenhuishouding	
7.7.1. Algemeen	
7.7.2. Stikstof	
7.7.3. Fosfor	
7.7.4. Silicium	
7.8. Eutrofiëringstoestand	
7.8.1. Chlorofyl-a	
7.8.2. TOC	
7.8.3. Relaties tussen nutriënten, chlorofyl en TOC	
7.9. Thermotolerante bacteriën van de coligroep	
7.10. IJzer	

7.11.	Anorganische microverontreinigingen	
7.11.1	Algemeen	
7.11.2	Bespreking metalen	
7.12.	Olie	
7.13.	Organische microverontreinigingen	
7.13.1	Algemeen	
7.13.2	Fenol	
7.13.3	Synthetische detergenten	
7.13.4	Organochloorverbindingen	
7.14.	Tritium	
8.	Kwaliteit van sediment en organismen	65
8.1.	Sediment	
8.2.	Organismen	
9.	Conclusies	69
10.	Slotbeschouwing	71
10.1.	Samenvatting en ontwikkelingen	
10.1.1.	Algemeen	
10.1.2.	Belastingsbronnen	
10.1.3.	Ontwikkeling van de waterkwaliteit in ruimte en tijd	
10.1.4.	Toekomstige ontwikkelingen	
10.2.	Aanbevelingen	
10.2.1.	Het -routinematige- waterkwaliteitsonderzoek	
10.2.2.	Factoren van invloed op de waterkwaliteit	
	Geraadpleegde literatuur	75
	Bijlagen	
1.	Toetsing waterkwaliteitsdoelstelling zwemwater	
2.	Toetsing waterkwaliteitsdoelstelling schelpdierwater	
3.	Overzicht waterkwaliteitsparameters 1976-1982 op de locaties A ₂ , T ₂ , T ₇₀ en R ₃	
4.	Overzicht metaalgehalten	
5.	Beschrijving monsternamen en analysemethoden	

1. Inleiding

De Noordzee is een relatief ondiepe randzee van de Atlantische Oceaan, daarmee verbonden door het Kanaal en een brede noordelijke opening.

Het zuidelijke deel (beneden 54° NB), waarin het Nederlandse deel van de Noordzee is gelegen, wordt kwalitatief beïnvloed door water uit het Kanaal (uit het zuiden) en de Atlantische Oceaan (uit het noorden). In dit gebied wordt tevens het overgrote deel van het rivierwater aangevoerd. De invloed van de rivieren beperkt zich voornamelijk tot het kustwater. Voor het Nederlandse deel van de Noordzee zijn vooral de afvoeren, met de daarin aanwezige verontreinigingen, van Rijn, Maas, Schelde en Eems van belang. De overwegend noordwaarts gerichte reststroom voert deze verontreinigingen langs ecologisch belangrijke gebieden als Oosterschelde en Waddenzee.

Naast de toevoer door waterlopen kunnen als beïnvloedende factoren voor de waterkwaliteit van de Noordzee verder worden aangegeven: lozingen via pijpen en schepen, stortingen van vaste afvalstoffen, scheepvaart, de winning van grondstoffen en neerslag. Deze factoren zijn van invloed op de functies die als uitgangspunten voor het te voeren waterkwaliteitsbeleid zijn onderscheiden t.w. het ecologisch functioneren van de Noordzee en de mensgerichte functies zwemwater (beperkt tot een smalle strook kustwater), viswater (zowel beroeps- als sportvisserij) en schelpdierwater.

Ten behoeve van het waterkwaliteitsbeleid en beheer bestond er in de loop van de 70-er jaren bij Rijkswaterstaat een sterke behoefte aan informatie omtrent de waterkwaliteit. Na enige proefmetingen is in mei 1975 een meetprogramma van start gegaan dat voorziet in een routinematig onderzoek naar de waterkwaliteit van de Noordzee. De doelstelling van het routineprogramma omvat het verkrijgen van inzicht in de actuele waterkwaliteit en de ontwikkeling hiervan in de tijd.

Monstername vindt plaats vanaf het strand en op zee. Opgemerkt moet worden dat het netwerk van zeemeetpunten slechts een gedeelte van het Nederlandse deel van de Noordzee beslaat, namelijk de kustzone over een breedte van ca. 70 km. Afhankelijk van de weersomstandigheden werd een tweewekelijkse bemonstering nagestreefd, waarvoor de Directie Noordzee van Rijkswaterstaat, onder verantwoordelijkheid van ing. W.A. v. Eijden, het m.s. „Holland“ heeft ingezet.

In 1983 heeft een herziening van het zeemeetnet plaatsgevonden. Op basis van de resultaten over de periode '75 t/m '82 is het programma geoptimaliseerd naar meetfrequentie, aantal meetpunten en het parameterpakket. De resultaten van het routineprogramma zijn gebruikt bij de samenstelling van het Rijkswaterkwaliteitsplan en het hieruit afgeleide concept-Waterkwaliteitsplan Kustwateren die in het kader van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO) zijn opgesteld en zullen van belang zijn voor het nog op te stellen (Breed) Waterkwaliteitsplan Noordzee.

Na de optimalisatie van het Noordzee meetnet bestond er een duidelijke behoefte aan een waterkwaliteitsrapportage over de jaren '75 t/m '82.

Voorliggend rapport heeft, in navolging van waterkwaliteitsbeschrijvingen van de Rijn (lit. 8), de Maas (lit. 12), de Westerschelde (lit. 9) en de Waddenzee (lit. 31), een presentatie en evaluatie ten doel van metingen uitgevoerd door c.q. onder verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat. **Het hoofddoel van de rapportage is de beschrijving van de waterkwaliteit van het kustwater en de ontwikkeling hiervan in de tijd.**



Satellietopname van de zuidelijke Noordzee.
(satelliet NIMBUS-7, foto: Quick look CZCS band 3)

Als belangrijkste gegevens voor dit rapport gelden de meetresultaten van het routinematige zee- en badstrandonderzoek. Daarnaast zijn de resultaten van in diverse kaders uitgevoerd projectmatig onderzoek verwerkt. Als belangrijkste hiervan geldt het Joint Monitoring Programme, waarin aandacht wordt besteed aan de kwaliteit van water, slib en organismen en aan de relaties hiertussen. Ook resultaten van lopend onderzoek inzake de slibproblematiek, de eutrofiëringssituatie en de bacteriologische gesteldheid zijn in de evaluatie betrokken.

Inhoudelijk is het rapport als volgt opgebouwd. In de hoofdstukken 2, 3 en 4 komen de karakteristieken van de Noordzee aan de orde. Hoofdstuk 2 geeft een korte geografische beschrijving van het gebied en gaat in op de hydrografie. In hoofdstuk 3 worden de functies van de Noordzee beschreven en de factoren die hierop van invloed zijn. Hoofdstuk 4 geeft een inventarisatie van de bronnen van verontreiniging. In de hoofdstukken 5 t/m 7 wordt ingegaan op het waterkwaliteitsonderzoek. In hoofdstuk 5 wordt een beschrijving gegeven van de uitgevoerde onderzoeksprogramma's, hoofdstuk 6 gaat in op de wijze van interpretatie en toetsing, waarna in hoofdstuk 7 de feitelijke waterkwaliteitsbeschrijving wordt gepresenteerd.

In hoofdstuk 8 wordt ingegaan op de kwaliteit van sediment en organismen.

Tenslotte staan de conclusies vermeld in hoofdstuk 9 en de samenvatting, de ontwikkelingen en de aanbevelingen voor verder onderzoek in hoofdstuk 10. De rapportage is uitgevoerd door ing. L.A. v.d. Kooij en ir. G.N.M. Stokman van het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater.

2. Hydrografie van de Noordzee

2.1. Algemeen

In de relatief ondiepe Noordzee (gemiddelde waterdiepte ca. 95 m) zijn een 8-tal watermassa's te onderscheiden die in figuur 2.1 zijn weergegeven. Ten zuiden van de Doggersbank is de gemiddelde diepte ca. 30 m, tussen de Doggersbank en de Duitse Bocht én tussen Engeland en Nederland ruim 50 m. Ten noorden van de Doggersbank neemt de diepte toe tot 100 à 200 m. Bij de Doggersbank zelf is de diepte ongeveer 18 m. Plaatselijk, in de Noorse Geul en het Skagerrak treden dieptes op van 400 tot 700 m. Dicht bij de kust liggen ingewikkelde zandbanksystemen, waarvan het ontstaan sterk aan lokale omstandigheden gebonden is. Zo zijn de banken bij East Anglia waarschijnlijk gevormd uit erosiemateriaal van de achterliggende klifkust en hangen de langgestrekte banken in de Thamesmonding nauw samen met het stromingspatroon. De zandbanken voor de Belgische, Nederlandse en Duitse zeegaten zijn ontstaan doordat de ebstroom vanuit de estuaria zand meeneemt en daar neerlegt waar de ebstroom uitloopt in zee en wordt afgeremd. Door de vele langs de kusten voorkomende ondiepten zijn er vaargeulen gebaggerd naar havens. De voor Nederland belangrijkste geulen zijn het Scheur (Westerschelde) en de Euro- en Maasgeul (Nieuwe Waterweg).

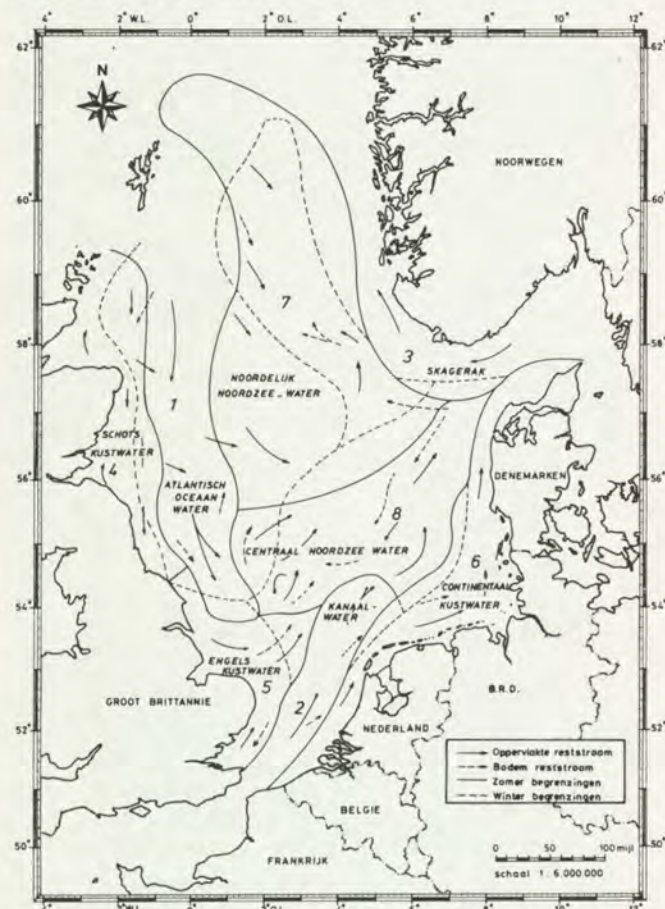


Fig. 2.1 De verschillende watermassa's in de Noordzee in zomer en winter. (naar lit. 11)

In de Noordzee monden een groot aantal rivieren uit. Met deze rivieren worden vele stoffen (zowel opgelost als aan slib gebonden) aangevoerd.

De belangrijkste bijdragen worden geleverd door de Rijn, Maas, Eems en Westerschelde (Nederland), Thames, Humber en Tyne (Engeland) en Weser en Elbe (West-Duitsland).

Een overzicht van de afvoeren in 1981 wordt gegeven in tabel 2.1, waarbij opgemerkt moet worden dat 1981 een jaar met hoge afvoeren is geweest.

Tabel 2.1 Overzicht van de afvoeren (m^3/s) van een aantal in de Noordzee uitmondende waterlopen in 1981.

Haringvliet + Nieuwe Waterweg	3010
Elbe	1134
IJsselmeer	544
Weser	501
Humber	280
Westerschelde	162
Eems-Dollard	104
Thames	98
Oude Rijn en Noordzeekanaal	81
Oosterschelde	60
Tyne	51
The Wash	48

2.2 Stroming

Als basis voor de kennis over de verspreiding van stoffen in zee is een goed inzicht nodig in de transport- en verspreidingsmechanismen van het water.

De waterbeweging van de Noordzee wordt beïnvloed door het getij, de wind en de stroming op de aangrenzende Atlantische Oceaan. Van geringe invloed zijn de rivierafvoeren en de stroming door het Skagerrak. De stroming die overblijft na eliminatie van het getij wordt reststroom genoemd. Als gevolg van de reststroom is er een doorstroming in de Noordzee die langs Schotland en de Engelse oostkust zuidwaarts is gericht, ten zuiden van de Doggersbank naar het oosten buigt en langs de Deense en Noorse kust via het Skagerrak weer naar het noorden gaat. Via Het Kanaal en de Zuidelijke Bocht van de Noordzee staat een overwegend noordwaarts gerichte stroming (fig. 2.1). Dit stromingspatroon is seizoensafhankelijk. Afwijkingen treden voornamelijk op door de wind, waardoor in de winter de reststroom wat sterker is. Ook komen daarnaast nog verschillen in oppervlakte- en bodemstromingen voor.

In totaal stroomt per jaar ca. 4900 km³ water via Het Kanaal de Zuidelijke Noordzee in en ca. 51000 km³ langs Schotland en Noorwegen. Ter vergelijking, de jaargemiddelde afvoer van de Rijn is ca. 70 km³.

Aangezien de inhoud van de gehele Noordzee ca. 54000 km³ is, wordt deze theoretisch in ongeveer 1 jaar verversd (lit. 1). De verblijftijd in de Zuidelijke Noordzee (beneden 54° NB) is beduidend korter, seizoensafhankelijk en wordt geraamd op 3-6 maanden (lit. 2, 46). Vooral op de Centrale Noordzee komen daarentegen verblijftijden van meer dan een jaar voor.

2.3. Het Nederlandse deel van de Noordzee

De totale lengte van de Nederlandse Noordzeekust bedraagt ca. 390 km.

In het Nederlandse deel van de Noordzee zijn een aantal zones te onderscheiden. Zo strekt de Nederlandse territoriale zone zich uit vanaf de basislijn (laag-laagwater-springlijn) tot drie mijl (5556 m) in zee. De oppervlakte bedraagt ca. 1900 km².

In beginsel heeft Nederland in 1981 besloten tot een uitbreiding van de territoriale zee tot 12 mijl (22224 m) met een oppervlakte van ca. 7600 km².

Een groot aantal wateren staat in open verbinding met de Noordzee. Met name in estuaria als de Westerschelde, de Oosterschelde en de Eems-Dollard en in het Waddengebied heeft de Noordzee

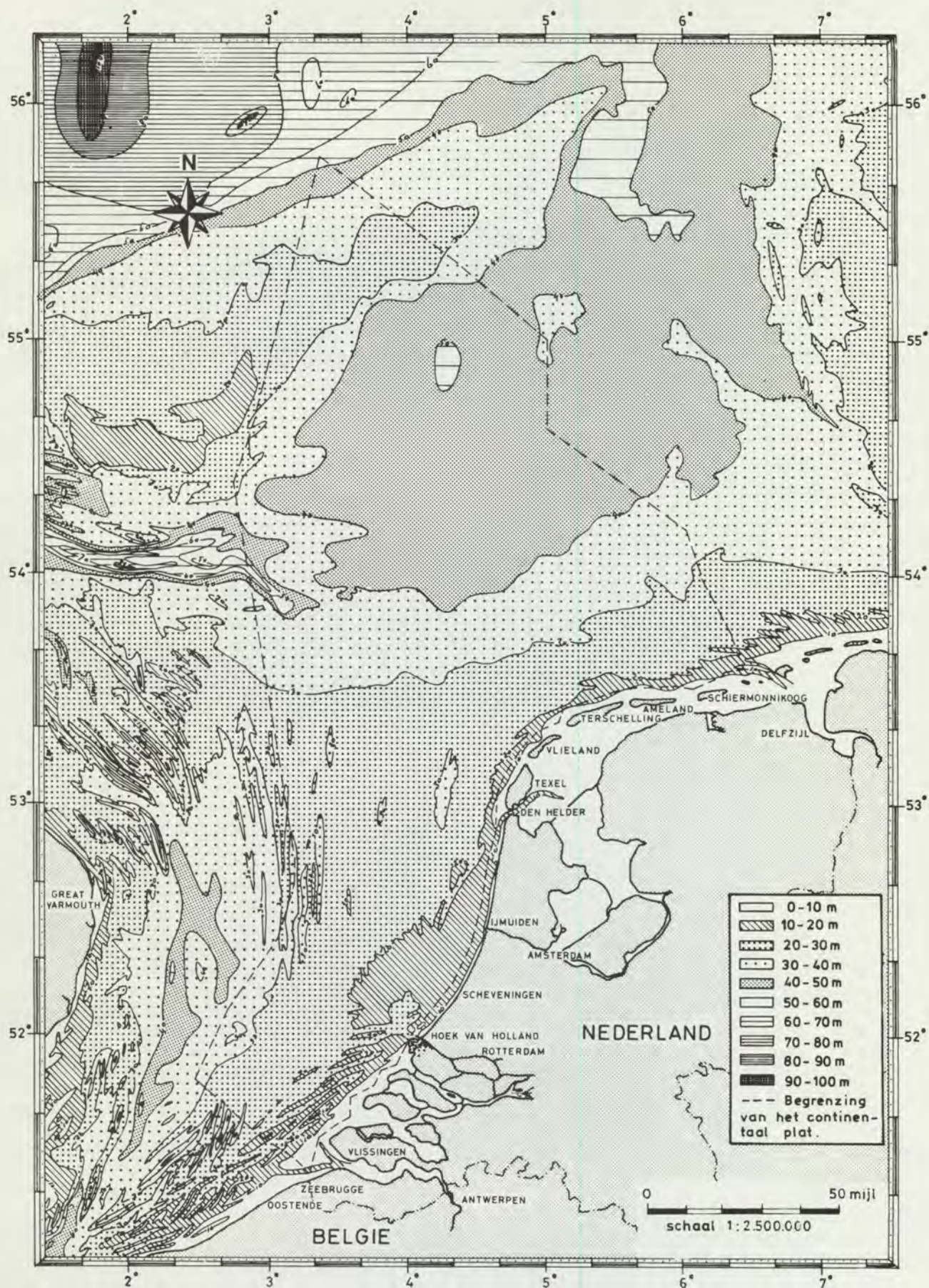


Fig. 2.2 Het Nederlandse deel van het continentaal plat

grote invloed. Voor de Westerschelde bijvoorbeeld wordt dit geïllustreerd met een langjarig gemiddelde Schelde-afvoer van ca. 110 m³/s terwijl door de getijdebeweging dagelijks ca. twee maal een miljard m³ zeewater in- en uitstroomt. Hierdoor vormen estuaria vanuit ecologisch oogpunt belangrijke overgangsgebieden van het zoute naar het zoete milieu.

Krachtens het verdrag van Genève inzake het continentaal plateau (1958) oefent Nederland in een zone buiten de territoriale zee soevereine rechten uit met het oog op exploratie en exploitatie van delfstoffen.

Dit gebied, het zogenaamde Nederlands deel van het Continentaal Plat (NCP), heeft een oppervlakte van ca. 57065 km² (figuur 2.2). Sinds 1977 beschikt Nederland, evenals de andere EG-lidstaten, over een visserij-zone welke wordt begrensd door de basislijn en door de buitengrens van het NCP.

In deze rapportage zal onder het Nederlandse deel van de Noordzee worden verstaan het gebied vanaf de kustlijn tot aan de buitengrenzen van het NCP.

Het betreffende zeegebied is een ondiep gebied en vormt grotendeels een voortzetting van het vaste land onder de zeespiegel. Voor de kust liggen vele zandbanken, ontstaan door de getijdewerking. Ter hoogte van de zuidelijke Zeeuwse wateren gaan de zandbanken over in de meer kleiachtige Vlaamse Banken, omdat daar zogenaamde tertiaire kleilagen aan de oppervlakte komen. Ten noorden van de Waddeneilanden komen grindrijke sedimenten voor.

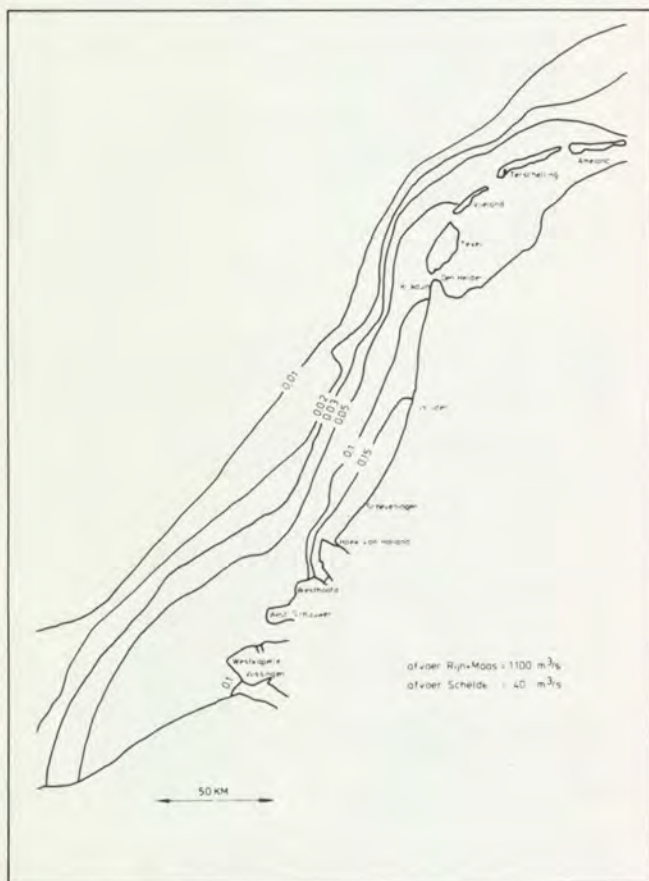


Fig. 2.3 Rivierwaterfracties in zeewater. (bron WWFA, lit. 30).

2.4. Stromingsbeeld langs de Nederlandse kust

Het gemiddelde reststroompatroon langs de Nederlandse kust is noordoostelijk gericht. Dit globale beeld komt tot uiting in de zoet-waterververdeling langs de Nederlandse kust (lit. 30), welke is opgesteld aan de hand van quasi-synoptische saliniteitsmetingen in de Zuidelijke Noordzee uitgevoerd in de periode 1973 tot 1979.

De figuren 2.3. en 2.4 geven een beeld van de fracties rivierwater in de Oostelijke Noordzee bij resp. een lage rivierafvoer in september 1976 (debiet Rijn + Maas = ca 1100 m³/s) en een hoge rivierafvoer in april 1978 (debiet Rijn + Maas = ca 4000 m³/s). Ten gevolge van de weersomstandigheden (m.n. windrichting en -sterkte) tijdens deze metingen zijn vooral voor de monding van de Westerschelde, het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg de verschillen groot. De invloed van de rivieren strekt zich uit tot maximaal 40 à 50 km uit de kust.

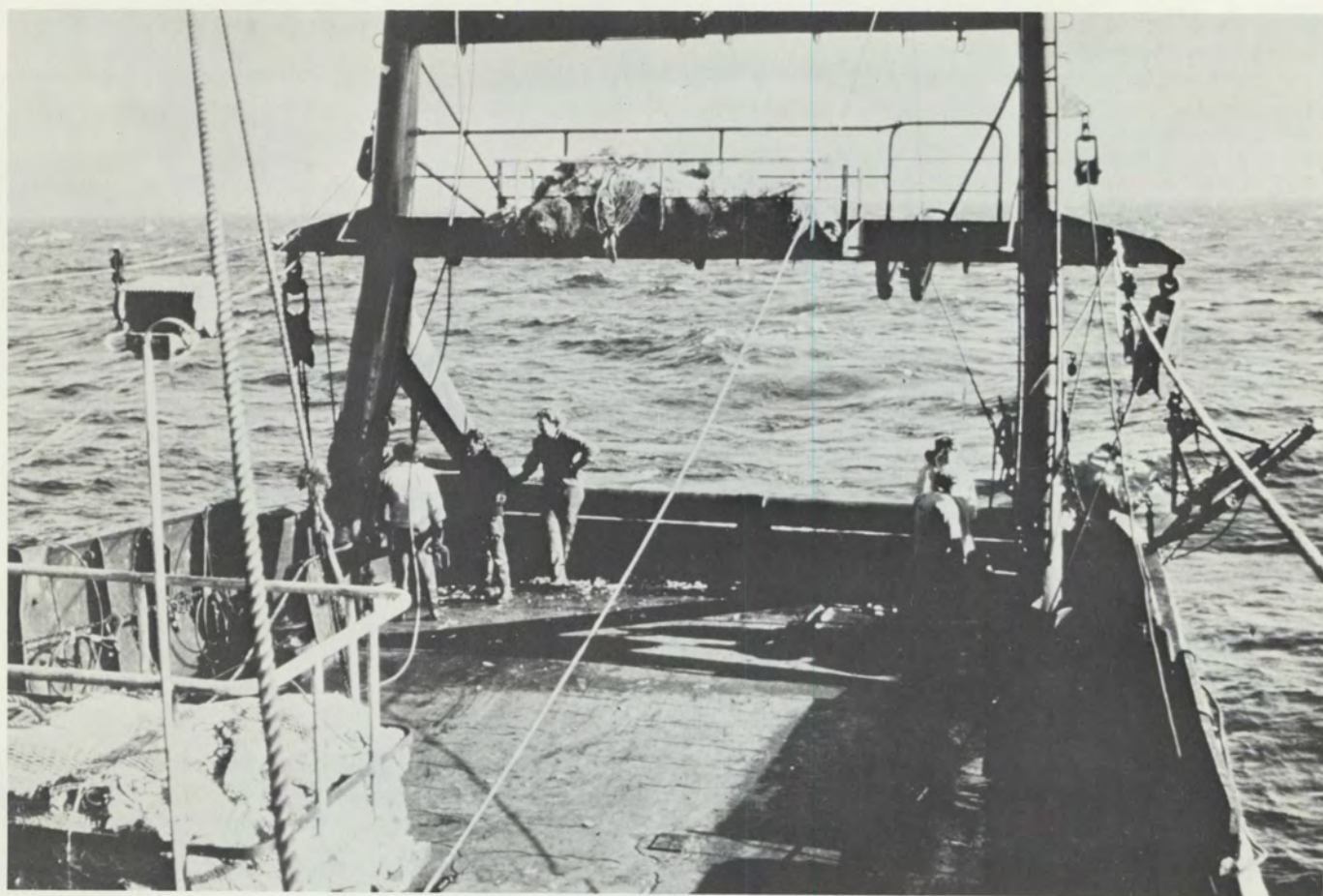
De orde van grootte van de reststroomsnelheden langs de gesloten Belgisch-Nederlandse kust is ca. 2-3 cm/s evenwijdig aan de kust en boven de Waddeneilanden is deze ca. 6-7 cm/s, in vrijwel oostelijke richting (lit. 47).

Op korte termijn (in de orde van dagen) kan de reststroom aanzienlijk afwijken van deze gemiddelde patronen, vooral door de windinvloed. Zo kan er bij een sterke noorden wind een zuidwaarts gerichte reststrooming staan.

Het hierboven geschetste stromingsbeeld heeft grote invloed op de verspreiding van stoffen. Zo worden de met de rivieren getransporteerde stoffen in een smalle strook langs de Hollandse kust naar het noorden verplaatst. De geschatte stroomsnelheden zijn gebruikt voor het bepalen van de grensoverschrijdende belasting vanuit het zuiden (via de Appellzakraai) in de paragrafen 4.8 en 4.10.



Fig. 2.4 Rivierwaterfracties in zeewater. (bron WWFA, lit. 30).



Een moderne hektrawler heeft het net gevierd. (foto: Directie Noordzee)

3. Functies van het Nederlandse deel van de Noordzee in relatie tot de kwaliteit van het aquatisch milieu.

3.1 Algemeen

Op grond van ecologische en meer mensgerichte belangen zijn in het concept Waterkwaliteitsplan Kustwateren (augustus 1983) de functies voor het Nederlandse deel van de Noordzee in twee groepen verdeeld, te weten eisenstellende functies en beïnvloedende factoren (lit. 13). In par. 3.2 en 3.3 zullen deze functies en factoren nader worden toegelicht.

Het Inventarisatierapport Noordzee van de ICONA (lit. 22) geeft een uitvoerig overzicht van een 14-tal gebruiksfuncties van het Nederlandse deel van de Noordzee die betrekking hebben op transport, communicatie, winning van voedsel en industriële grondstoffen, recreatie, onderzoek en defensie. Tevens is een analyse gemaakt van onderlinge relaties en spanningsvelden. Een groot aantal van deze spanningsvelden liggen in het gebruik van ruimte, andere hebben een relatie met het mariene milieu en daardoor ook met de waterkwaliteit.

De in het ICONA-rapport genoemde functies zijn in de nota Harmonisatie Noordzeebeleid (lit. 42) ondergebracht in een vijftal facetten, te weten economie, ruimtelijke ordening, milieu, sociaal-cultureel en bestuurlijk-internationaal. Voor ieder facet zijn door de regering beleidsuitgangspunten geformuleerd. Uitgangspunt voor het milieufacet is een duurzaam behoud van ecologische waarden.

3.2. Eisenstellende functies

- Ecologische aspecten

Van het Nederlandse deel van de Noordzee kunnen de ecologische aspecten van twee kanten benaderd worden. In de eerste plaats is de Noordzee het leefmilieu voor in en op het water levende organismen; in de tweede plaats beïnvloedt de Noordzee de aangrenzende bekken als Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingenmeer en Waddenzee.

Het Nederlandse deel van de Noordzee vormt het leefmilieu van lagere organismen (plankton, bacteriën) tot en met zoogdieren (zeehond) en is de „kraam-“ en „kamer-“ voor een groot aantal commerciële en niet-commerciële vissoorten.

Helaas zijn diersoorten als zeehonden, bruinvissen en bepaalde vogelsoorten al bijna uit het leefmilieu van de Noordzee verdwenen.

Onder invloed van getijden en wind en via doorlaatmiddelen vindt uitwisseling plaats met wateren uit het Delta-en Waddengebied, waardoor de Noordzee de waterkwaliteit van deze wateren beïnvloedt.

- Viswaterfunctie

De Noordzee is een bijzonder voedselrijke en biologisch productieve zee, waar een zeer uitgebreide en gevarieerde visstand wordt aangetroffen. Voor het instandhouden van deze visstand spelen de Nederlandse kustwateren, estuaria en Waddenzee een belangrijke rol. In deze gebieden ontwikkelen zich vele economisch belangrijke vissoorten als tong, schol, kabeljauw, wijting, haring en sprot gedurende hun eerste levensstadia.

Geleidelijk is de hoeveelheid gevangen vis uit de Noordzee toegenomen. In de periode 1910-1940 werd jaarlijks ca. 1 miljoen ton vis gevangen; deze hoeveelheid is uitgebreid tot ca. 3 miljoen ton per jaar in de jaren 70. Deze toename heeft tot een bedreiging geleid van enkele vissoorten, waardoor in Europees verband maatregelen zijn genomen die betrekking hebben op vangstbeperkingen, toegepaste vangsttechnieken en voorschriften voor controle.

Door recreanten wordt de sportvisserij in toenemende mate beoefend. Hierbij wordt zowel vanaf de kust als vanaf schepen gevestigd.

- Schelpdierwaterfunctie

Voor de schelpdiervisserij (kookkelders) zijn het Slikgat, het Brouwershavensche Gat en het gebied voor de monding van de Oosterschelde belangrijk. Deze wateren zijn in sommige jaren ook voor de mosselzaadvisserij van betekenis.

- Zwemwaterfunctie

Langs de gehele Noordzeekust wordt, waar een zandstrand aanwezig is, gebaad en gezwommen. De intensiteit van het strandbezoek hangt sterk af van de weersomstandigheden en de toegankelijkheid van het betrokken strand. De zwemwaterfunctie dient een tweetal grote, op de mens gerichte belangen, namelijk een sociaal belang (zowel nationale als internationale openlucht recreatie) en een economisch belang (toeristenindustrie).

3.3. Beïnvloedende factoren

- Waterlopen

Onder waterlopen worden verstaan de uitstromingen van Westerschelde, Oosterschelde, Waddenzee, Rijn, Maas (de laatste twee via de Nieuwe Waterweg, Haringvliet en IJsselmeer) en de spuien van Scheveningen, Oude Rijn en Noordzeekanaal. Op de omvang van de belasting van stoffen via waterlopen wordt in hoofdstuk 4 nader ingegaan.

- Lozingen via pijpen en schepen

Lozingen (van vloeibare afvalstoffen) via schepen vallen onder het regiem van de Wet Verontreiniging Zeewater, via pijpleidingen vanaf het land onder de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. Lozingen via schepen vinden op minimaal 20 mijl uit de kust plaats waarbij het hoofdzakelijk gaat om industriële afvalstoffen. Het grootste gedeelte bestaat uit zuren waarin organische en anorganische microverontreinigingen voorkomen.

Het aantal in zee lozende pijpleidingen is gering. Een onderverdeling is mogelijk in koelwaterlozingen en lozingen van huishoudelijk en industrieel afvalwater.

Op de omvang van de afzonderlijke lozingen wordt in hoofdstuk 4 nader ingegaan.

- Verbrandingen

Op het Nederlands deel van het Continentaal Plat (NCP) vinden via speciaal daartoe uitgeruste schepen verbrandingen plaats van voornamelijk industriële afvalstoffen. Deze afvalstoffen betreffen voor het grootste deel organochloorverbindingen, verontreinigd met metalen.

In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de bijdragen van de afzonderlijke stoffen die via verbrandingen in zee gebracht worden.

- Stortingen

Stortingen (van min of meer vaste stoffen) via schepen vallen onder het regiem van de Wet Verontreiniging Zeewater. Op het NCP

wordt hoofdzakelijk baggerspecie gestort. Deze specie is afkomstig van onderhoudsbaggerwerken in aan de kust gelegen havengebieden (Rotterdam, Scheveningen, IJmuiden). De specie uit het Rotterdamse havengebied vormt de grootste bijdrage. Uit dit gebied wordt jaarlijks ca. 80% van de gebaggeerde specie in zee gestort.

Een gedeelte van deze specie bestaat uit schoon marien slib dat in de haven is gesedimenteerd. Sterk vervuilde baggerspecie wordt niet in zee gestort.

Met de baggerspecie worden evenwel nog aanzienlijke hoeveelheden organische en anorganische microverontreinigingen in zee gebracht. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de bijdragen van de afzonderlijke stoffen die via stortingen in zee gebracht worden.

- Scheepvaart

De beïnvloeding van de waterkwaliteit door scheepvaart vindt plaats door operationele lozingen (het schoonmaken van ladingstanks, het overboord zetten van vuil ballastwater, lek-olie uit de machinekamers en huishoudelijk afval) en door het bij calamiteiten vrijkomen van olie en chemicaliën.

Het Internationale Verdrag ter Voorkoming van Verontreiniging van de Zee door de Scheepvaart (MARPOL), dat voor wat betreft olie in 1983 en voor wat betreft chemicaliën naar verwachting in 1987 in werking zal treden, beoogt de operationele lozingen sterk te beperken. Jaarlijks varen ruim 400.000 schepen over de Noordzee, waardoor deze de dichtst bevaren zee ter wereld vormt. Het aantal scheepsongevallen, waarbij de kans op olieverontreiniging het grootst is, beperkt zich tot 0,04 % van dit aantal.

Grote rampen, zoals met de Torex Canyon en de Amoco Cadiz,

hebben zich tot op heden op het NCP niet voorgedaan. Wel meerdere verontreinigingen bij scheepsongelukken waarbij hoeveelheden olie van enkele honderden tot enkele duizenden tonnen vrijkwamen. Aan een adequate rampenbestrijdingsorganisatie wordt veel zorg besteed.

- Winning van delfstoffen

Volgens het verdrag van Genève (1958) inzake het continentaal plateau heeft Nederland soevereine rechten op de exploratie en exploitatie van de delfstoffen. In het Nederlandse deel van de Noordzee worden de delfstoffen olie, gas, zand en grind gewonnen. Bij verdere ontwikkeling van technieken zijn ook winningen van steenkool, zout, titaan en zirkoon mogelijk.

Het grootste deel van de olie- en gasproductieplatforms bevindt zich ten noordwesten van Den Helder.

Verontreiniging van de zee kan plaatsvinden door operationele lozingen en calamiteiten. Operationele lozingen bestaan tijdens de exploratie uit onder meer boorspoeling en boorgruis en tijdens de exploitatie vooral uit proceswater. In het kader van het verdrag van Parijs is overeengekomen dat in het te lozen water maximaal 40 ppm. olie mag voorkomen. Bij toename van de exploitatie-activiteiten op het NCP kan, omdat er alleen een concentratie-eis is gesteld, de belasting van de Noordzee met verontreinigingen toenemen.

Op grond van de mensgerichte belangen zijn in deze paragraaf een aantal beïnvloedende factoren behandeld. Tot slot kunnen de neerslag en de grensoverschrijdende belasting genoemd worden die van invloed zijn op de waterkwaliteit. Deze bronnen van verontreiniging komen eveneens in hoofdstuk 4 aan de orde.



Booreiland Penrod 36 werkt samen op een gasproductieplatform in blok L-10 α. (foto: Directie Noordzee)

4. De belasting van de Noordzee door verontreinigingen

4.1. Algemeen

De Noordzee wordt door de aangrenzende landen met een groot aantal verontreinigingen belast. In het kader van de Verdragen van Oslo en Parijs wordt door de aangesloten landen jaarlijks gerapporteerd over de belasting van het verdragsgebied (incl. de Noordzee).

Er bestaat nog geen betrouwbaar totaalbeeld van de belasting via waterlopen en de directe inbreng vanaf het land (Verdrag van Parijs, lit. 10), omdat sommige aangesloten landen nog geen informatie en de meeste landen onvolledige informatie ter beschikking hebben. Inzake de inbreng van baggerspecie, zuiveringsslib, industrieel afval en de verbranding van afval bestaat een duidelijker beeld (Verdrag van Oslo, lit. 50), hoewel wordt benadrukt dat de informatie over de periode 1979-1981 beter betrouwbaar is dan over de periode 1976-1978. Internationaal gezien blijken de via de Nederlandse waterlopen afgevoerde vrachten een belangrijke bijdrage te leveren aan de belasting van de Noordzee. Het grootste deel van de Nederlandse belasting bestaat uit de afvoer van Rijn- en Maaswater, waarop in het gehele internationale stroomgebied huishoudelijk en industrieel afval wordt geloosd. Van geringere omvang is de belasting via de Westerschelde en de Eems-Dollard. De belasting via waterlopen is deels van natuurlijke, maar grotendeels van antropogene oorsprong.

Ook de belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee met baggerspecie vormt nationaal en internationaal een belangrijke bijdrage. Hierbij moet opgemerkt worden dat de in zee gestorte specie in veel gevallen voor een groot deel uit zeeslib bestaat met de daarin aanwezige verontreinigingsgehalten, die in feite niet als externe belasting voor de Noordzee aangeduid kunnen worden.

Verder is niet bekend hoeveel van deze in zee gestorte specie weer terugkomt in de havens, waardoor mogelijk een soort circulatie van baggerspecie in stand wordt gehouden.

Naast baggerspecie vinden met behulp van schepen lozingen en stortingen plaats van afval afkomstig van industrieën, onderzoekcentra en ziekenhuizen.

De scheepvaart en de winning van delfstoffen dragen eveneens bij aan de belasting van de Noordzee. De verontreiniging (voornamelijk olie) kan plaatsvinden door operationele lozingen en bij ongevallen.

Een andere bron van verontreiniging vormt de directe lozing van afvalwater op de Noordzee. Deze lozingen vinden plaats bij Den Haag (Houtrust) en Petten, door Hoogovens en door regenwateroverstorten te Noordwijk en Egmond aan Zee.

Een niet te verwaarlozen post is de belasting via de atmosfeer (natte en droge depositie).

Als laatste vorm van belasting geldt de grensoverschrijdende belasting, die vanuit het zuiden met de stroom mee in het Nederlandse deel van de Noordzee terecht komt. In de hierna volgende paragrafen wordt een opsomming gegeven van de belasting van de Noordzee door nutriënten, metalen en organische microverontreinigingen. Voor zover informatie aanwezig is wordt de meest recente situatie (1981-1982) beschouwd.

4.2 Belasting via waterlopen

De belangrijkste belasting van de Noordzee via waterlopen vindt plaats via de Nieuwe Waterweg. Door saneringen in zowel Neder-

Parameter	Nw. Waterweg	Haringvliet	Noordzeekanaal	IJsselmeer	Westerschelde	Eems-Dollard	Oude Rijn
Afvoer (m ³ /s)	1463	1145	115	504	127		8
PAK	8,1	11,6	0,6		4,2		
slib	860400	464900	20800	318100	-830000*		
fenol	300	189	27	58	147		3
detergenten	2355	1219	221	421	218		
olie	5571	1893	1261	946	2517		
BOD ₅	104900	60100	15200	60200	43100	46600	1953
NO ₃ -N	177400	134600	8200	37200			714
NH ₄ -N	29100	17900	500	3900	64200 (N-tot.)	13789	672
Kjd-N	73400	44100	12100	29400	21150		1118
Si	102800	100200	6700	14200	26100		517
chlorofyl	936	425	71	2000	162		
Fe		24600	1000	7800	-17800*		
Cu	482	230	19	75	92	52	
Zn	3030	2040	90	421	600	95	
Pb	392	278	15	67	124	20	
Cd	37	22	0,7	3,6	15	3,2	
Hg	4,4	4,5	0,9	1,3	1,4	0,7	
Ni	432	214	17		179	8	
Cr	637	239	13		118	13	
HCB	0,6	0,5	n.m.		0,2		
α-HCH	0,03	0,15	0,09		0,01		
γ-HCH	0,74	0,69	0,09	0,07	0,23		
aldrin	0,08	n.m.			0,14		
dieldrin	0,32	0,06			0,58		
endrin	0,01	0,03			0,57		
t-PO ₄ -P	28780	11700	2400	4200	9800	3400	365

- Nw. Waterweg, Haringvliet, N.Z.-kanaal en IJsselmeer berekend m.b.v. lit. 23, 34
- Westerschelde berekend m.b.v. lit. 9 en *) m.b.v. lit. 29
- Eems-Dollard geschat m.b.v. gegevens van het Bundesanstalt für Gewässerkunde en concept waterkwaliteitsplan
- Oude Rijn geschat m.b.v. gegevens Hoogheemraadschap van Rijnland
- bij geen opgave zijn geen metingen bekend
- bij negatieve waarden is er sprake van onttrekking
- n.m. = niet meetbaar

Tabel 4.1 Overzicht van belastingen (in ton/jaar) van de Noordzee door de Nieuwe Waterweg, Haringvliet, Noordzeekanaal IJsselmeer, Westerschelde, Eems-Dollard en Oude Rijn, gemiddeld over de periode 1979-1981.

land als het buitenland is de belasting via de in de Noordzee uitmondende waterlopen in de loop van de jaren 70 aanzienlijk gedaald (lit. 8,9,12). Duidelijke verbeteringen zijn onder andere opgetreden ten aanzien van de gehalten aan BOD₅ (Rijn, Maas, Westerschelde), zuurstof (Rijn, Maas), NH₄-N (Rijn, Maas, Eems-Dollard), olie (Rijn, Maas, Westerschelde), metalen (Rijn) en tritium (Rijn en Westerschelde). Parameters die een uitzondering vormen op de waterkwaliteitsverbeteringen van de belangrijkste rivieren zijn:

- voor de Rijn de parameters NO₃-N, o-PO₄-P (beide gehalten stegen tot ongeveer het midden van de jaren '70), drins (in 1980 en 1981 weer aangetroffen na een aantal jaren niet meer aangetoond te zijn) en vluchtige organochloorverbindingen (VOCL) (geen duidelijke stijging of daling)
- voor de Maas de parameters NO₃-N, γ-HCH, cholinesteraseremmers, aldrin, dieldrin (stijging tot 1980), nikkel, cadmium, kwik, PCB, HCB, EOCl en PAK (geen duidelijke stijging of daling in de jaren 1975-1980)
- voor de Westerschelde de parameters NH₄-N, NO₃-N, cadmium, nikkel (stijging tot 1981), o-PO₄-P, zink, fenol en lood (geen duidelijke stijging of daling in de jaren 1975-1981) en drins (in 1980 en 1981 in sterk verhoogde concentraties aangetroffen)
- voor de Eems-Dollard de parameters NO₃-N, o-PO₄-P, zwevende stof (stijging tot 1981), t-PO₄-P en BOD₅ (geen duidelijke stijging of daling in de jaren 1975-1981).

In tabel 4.1 wordt een overzicht gegeven van de belasting van de Noordzee door een aantal waterlopen. Via de Nieuwe Waterweg blijkt in het algemeen de grootste afvoer van stoffen plaats te vinden.

Gesteld kan worden dat de toevoerende waterlopen nog steeds als „vervuild” te bestempelen zijn. De gevolgen hiervan voor de Noordzee worden in de hoofdstukken 7 en 8 vermeld.

4.3 Belasting via directe lozingen vanaf land

De volgende directe lozingen kunnen worden onderscheiden:

- Effluentlozing van de voorbezinkingsinstallatie Houtrust te Den Haag. Via deze installatie worden effluent (10400 m³/h) en slijk (290 m³/h) van ca. 1,1 miljoen i.e. van elkaar gescheiden. De lozing van beide stromen vindt ter hoogte van Scheveningen in zee plaats, het effluent 2,5 km en het slijk 10 km uit de kust. In de toekomst (streefdatum 1-1-1986) wordt deze mechanische zuivering vervangen door een biologische installatie.
- Rioolwateroverstorten te Noordwijk en Egmond aan Zee. Bij zware regenval wordt het water wat niet via de zuiveringsinstallaties verwerkt kan worden direct op zee geloosd. De geschatte overstortfrequentie is ca. 10 maal per jaar. Kwaliteitsgegevens en omvang van de overstorten zijn niet bekend.
- Hoogovens. De Hoogovens te Velzen lozen een gedeelte van het industrieel afvalwater direct op de Buitenhaven van IJmuiden. De lozingen van metalen zijn in januari 1983 gesaneerd, terwijl lozingen van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) in september 1983 gesaneerd zijn.
- ECN-Petten. Het gezuiverde afvalwater van het Energie Centrum Nederland te Petten wordt via een pijp in zee gebracht.

In tabel 4.2 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste van deze lozingen.

	RZI Den Haag		Buitenhaven IJmuiden	ECN
	Effluent	slijk		
afvoer (m ³ /s)	3	0,1	-	0,001
CZV	59220	33530	-	4,2
Kjd-N	6013	1453	-	0,07
Hg	0,7	0,2	0,1	0,001
Cd	0,7	0,7	0,7	0,001
Pb	7,3	10,3	80	0,005
As	0,9	0,3	-	0,001
Cu	7,3	11,8	0,8	0,006
Cr	2,7	2,8	6	0,17
Zn	51	74,2	320	0,17
Ni	0,9	0,9	-	0,002
Sn	4,6	1,4	-	0,007
Mn	20	5,6	-	-
Fe	583	556	15000	-
P	2331	602	-	-
BZV	29150	15650	-	1,3
Vaste stof	16400	28000	-	-
Radioactiviteit (Bq)	-	-	-	2,010
EOCl	9	1,8	-	0,016
NH ₄ -N	-	-	903	-
F	-	-	300	-
olie	-	-	150	-
CN	-	-	210	-
PAK	-	-	5,5	-
fenol	-	-	100	-

-: geen metingen bekend

Tabel 4.2 Overzicht van de belangrijkste directe lozingen op de Noordzee in 1980 (lit. 13). Belasting in ton/jaar.

4.4 Stortingen, lozingen en verbrandingen op zee

Om havens en vaargeulen op diepte te houden moet regelmatig worden gebaggerd. Ca. 80% van de baggerspecie uit het Rotterdamse havengebied en alle specie van de havens van IJmuiden en Scheveningen wordt in de Noordzee gestort. Bij specie uit de Rotterdamse havens gaat het vrijwel steeds om een mengsel van zeeslib en Rijnsediment.

Dit Rijnsediment is tamelijk zwaar verontreinigd door industriële lozingen in het gehele Rijnstroomgebied. Lokaal verontreinigde specie wordt als regel niet in zee gestort. De specie uit Rotterdam (in 1981 ca. 19 miljoen m³) wordt gestort op Loswal Noord, 5 km uit de kust ten noorden van Hoek van Holland (fig. 4.1). De specie van Scheveningen (in 1981 ca. 0,2 miljoen m³) wordt voor Scheveningen ca. 3 km uit de kust gestort. De specie van IJmuiden (in 1981 ca. 5,4 miljoen m³) wordt ter hoogte van IJmuiden 5 km uit de kust gestort. Naast baggerspecie wordt vanuit Amsterdam en Rotterdam via schepen industrieel afval in de Noordzee geloosd (fig. 4.1). Dit afval, dat vrijwel geheel (98%) afkomstig is uit het buitenland, bestaat voornamelijk uit zuren (ca. 1,3 miljoen ton zuur per jaar, lit. 43) verontreinigd met zware metalen.

Via verbrandingsschepen worden afvalstoffen op zee verbrand (fig. 4.1). In 1981 was dit naar schatting 7500 ton. Veel van dit afval bestaat uit organochloorverbindingen, verontreinigd met zware metalen. Door Rijkswaterstaat wordt, conform internationale richtlijnen, als eis gesteld dat het verbrandings- en vernietigingsrendement meer dan 99,9 % bedraagt.

In tabel 4.3 is aangegeven welke verontreinigingen via stortingen, lozingen en verbrandingen in het Nederlandse deel van de Noordzee gebracht worden.

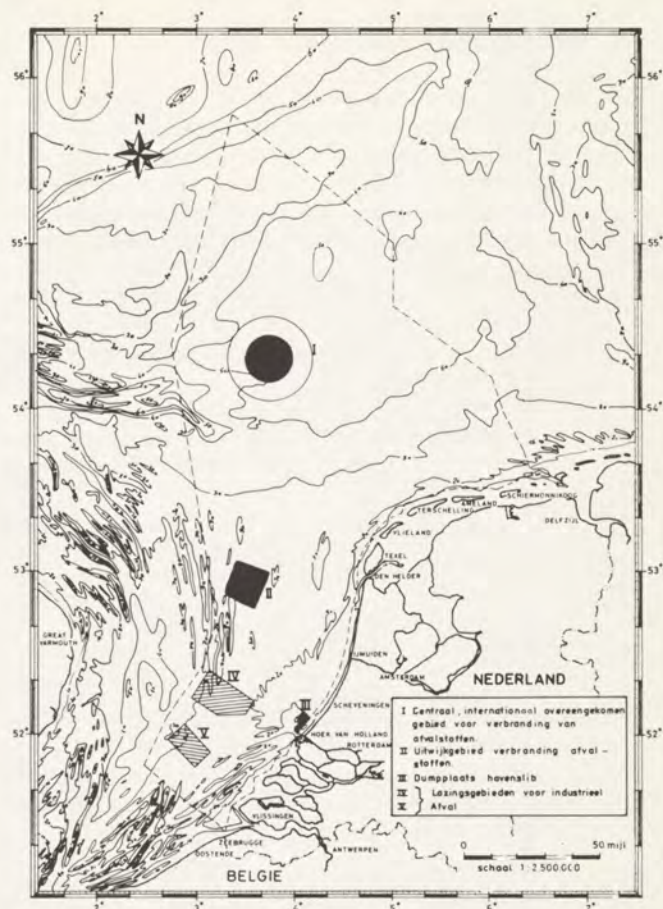


Fig. 4.1 Gebieden t.b.v. lozing en verbranding van afvalstoffen.

	Baggerspecie bruto			Industrieel afval*)	
	Rotterdam	Scheveningen	IJmuiden	lozing	verbranding
Hoeveelheid (m ³)	18822000	232060	5376000	1103600	
Hg	7,3	0,12	4,2	0,06	
Cd	49,3	0,36	5,7	0,8	< 0,003
org.Cl-verb (BOCl)	34,7	1,4	1,8	6,3	0,4
PCB	2,1				
HCB	0,3				
olie	5200	184	1057		
As	193	3,7	1,7		< 0,003
Cr	871	6,9	105	231	0,04
Cu	416	4,3	112	0,6	0,2
Pb	1077	8,0	298	5	0,03
Ni	281	1,7	36		0,007
Zn	3125	27	1040	0,3	0,2
Fe	193800	204	61300	21803	
P	14350	280			
PAK	1,8		3,3		
Mn		57		281	
fenol			0,03		
CN			0,003		
V				625	
Ti				4021	
Al				5742	< 0,007
Mg				6318	
H ₂ SO ₄ (100%)				436439	
H ₃ PO ₄ (100%)				985	
HCl (100%)				525	
Aziijnzuur (100%)				819	
BaSO ₄				115	
gesulfoneerde koolwaterstoffen				1041	
aromaten				607	

- Bij geen opgave zijn geen metingen bekend.

- *): Inclusief de lozingen van Belgisch en Duits industrieel afval op het Nederlandse deel van de Noordzee.

Tabel 4.3 Geschatte belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee door de inbreng van baggerspecie, industrieel afval en verbranding van industrieel afval in 1981 (lit. 47, 50). Bijdragen in ton per jaar.

4.5 Belasting door scheepvaart

De belasting door schepen kan plaatsvinden bij het in gebruik zijn van het schip (operationele lozingen) en bij ongevallen.

Hoewel zich tot nu toe gelukkig nog geen ramp voor de Nederlandse kust heeft voorgedaan, waarbij een zeer grote hoeveelheid olie is vrijgekomen, hebben er toch een aantal verontreinigingen van middelgrote omvang plaatsgevonden, zoals aangegeven in tabel 4.4.

Tabel 4.4. Overzicht middelgrote olieverontreinigingen op de Zuidelijke Noordzee (lit. 21)

jaar	naam schip	hoeveelheid olie
1969	Texaco Westminster	500 m ³
1970	Pacific Glory	880 m ³
1971	Elisabeth Knudsen	100 m ³
1975	Pacific Colocotronis	2000 m ³
1975	Olympic Alliance	8000 m ³
1978	Eline V	5000 m ³
1982	Katina	1640 m ³

De belangrijkste verontreiniging bij operationele lozingen bestaat eveneens uit olie, hoewel bij het overboord zetten van ballastwater en was-water uit tankers ook chemicaliën in zee komen. De olielozingen vormen bovendien kwantitatief het grootste deel van de door de scheepvaart veroorzaakte olie-verontreinigingen.

Om een indruk te krijgen van de omvang van de "moedwillige" operationele lozingen door de scheepvaart voert de Directie Noordzee met een olie-opsporingsvliegtuig een systematisch onderzoek uit (lit. 21). Het onderzoek richt zich op dat gedeelte van de Noordzee waar Nederland ingevolge het Verdrag van Bonn (1969) verantwoordelijk is voor de verkenning en bestrijding van olieverontreinigingen. Dit gebied is kleiner dan het NCP en overlapt het ongeveer tot 54° N.B.

De olieregistraties in de periode 1977-1982 wijzen erop dat 's nachts meer olielozingen plaatsvinden dan overdag. Verder kwam naar voren dat olie het hele jaar door dag in dag uit werd geloosd. Op basis van het aantal waargenomen vlekken per vliegtuig wordt geschat dat per jaar zeker 12.000 olieplekken ontstaan.

Olielozingen vanaf vracht- en vissersschepen (in 1982 89% van het totaal aantal vermoedelijk olielozende schepen) zijn betrekkelijk klein van omvang, waarbij maximaal 1 m³ olie vrijkomt. Bij tankers (in 1982 11% van het totaal aantal vermoedelijk olielozende schepen) kan de geloosde hoeveelheid variëren van minder dan 1 m³ tot enkele honderden m³ olie.

Door bovengenoemde onzekerheden is geen verantwoorde schatting te maken van de operationele belasting van de zee met olie door de scheepvaart.

4.6 Belasting bij de winning van delfstoffen

De belasting bij de winning van delfstoffen vindt hoofdzakelijk plaats bij de olie- en gaswinning. De verontreiniging door booreilanden en productieplatforms bestaat voornamelijk uit olie. Olie wordt geloosd via proceswater. In het kader van het Verdrag van Parijs is de eis gesteld dat in het te lozen water maximaal 40 mg/l olie mag voorkomen.

In 1981 bleken 10 van de 76 in gebruik zijnde platforms op de Noordzee niet aan die eis te voldoen (lit. 49). De operationele belasting van de gehele Noordzee bedroeg in 1981 710 ton olie tegen 520 in 1980. Op de Noordzee staan deze hoeveelheden in geen verhouding tot de olieverontreiniging door de scheepvaart. Echter



Het Rijkswaterstaats olieopsporingsvliegtuig.
(foto: Directie Noordzee)

bij het boren* en bij ongevallen op platforms kunnen aanzienlijk grotere hoeveelheden olie in zee komen. De zo veroorzaakte belasting van de Noordzee werd in 1981 geschat op 7300 ton olie (lit. 49). De belangrijkste olieverontreiniging op de Noordzee is afkomstig van Engelse en Noorse platforms, de belasting op het NCP bedroeg in 1981 minder dan 2,5 ton olie (lit. 49). Echter door de toename van de off-shore activiteiten op het NCP kan deze belasting in de toekomst toenemen.

4.7 Neerslag

Neerslag vormt een aanzienlijke belastingsbron voor de Noordzee. Voor een kwantificering van de neerslagbelasting is uitgegaan van Van Aalst en De Kreuk (lit. 15). Zij geven een schatting van de belasting van de gehele Noordzee (oppervlakte ca. 525.000 km²). Evenredig met de grootte van het gehele oppervlak is in tabel 4.5 een overzicht gegeven van de belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee.

Vanwege de grote spreiding is tevens een eigen schatting opgenomen op basis van regenwaterkwaliteitsgegevens langs de Nederlandse kust.

Tabel 4.5. Overzicht van de belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee door neerslag (natte depositie). Bijdragen in ton per jaar.

parameter	belasting m.b.v. lit. 5	eigen berekening
kwik	3,9	0,6
cadmium	12- 46	19
lood	390-1400	825
koper	150-1100	350
chromium	8- 150	6
nikkel	40- 400	65
zink	780-6300	2950
arseen	24- 80	
PAK	11- 160	
PCB	1- 22	
HCH/HCB	1- 11	
N		75500
P		4700

* Bij boren wordt in de boorspoeling vaak (diesel)olie gebruikt waardoor het boorgruis (de zgn. cuttings) sterk verontreinigd is met olie.

De neerslag is van invloed op het gehele Nederlandse deel van de Noordzee, dit in tegenstelling tot de in de voorgaande paragrafen genoemde directe bronnen die met name in de omgeving van de bron van invloed zijn. Bovendien is de invloed van een bron niet alleen afhankelijk van de vracht, maar ook van de concentratieverhoging in de beïnvloede gebieden.

De door de neerslag veroorzaakte concentratieverhogingen zijn afhankelijk van de bestaande concentraties. De gebieden met hogere concentraties liggen in het algemeen dicht onder de kust. De toename van de concentratie op jaarbasis is hier gering (van minder dan één tot enkele procenten). In de open zee kunnen de procentuele concentratie-verhogingen t.g.v. de neerslag groter zijn. Bij de neerslag speelt ook droge depositie een rol. De orde van grootte is echter niet bekend. Voor een kwantificering is verder onderzoek nodig.

4.8. Grensoverschrijdende belasting

Met de reststroom in de Noordzee worden vanuit het zuiden stoffen naar de Nederlandse deel van de Noordzee getransporteerd. Een deel van deze stoffen is aanwezig als natuurlijke achtergrond, terwijl een ander deel via lozingen vanaf de Franse en Belgische kust wordt toegevoegd.

Belangrijkste bijdragen aan deze grensoverschrijdende belasting worden geleverd door de Noordfranse rivieren, door stortingen en lozingen ter hoogte van Zeebrugge, en door de erosie van de Vlaamse Banken. Evenals bij de neerslag geldt dat de grensoverschrijdende belasting van invloed is op de concentratie-niveaus in het gehele Nederlandse deel van de Noordzee.

Met behulp van waterkwaliteitsgegevens en geschatte reststroomdebieten (2 à 3 cm/s) is een -zeer globale- schatting gemaakt van de belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee vanuit zuidelijke richting. Vanwege de grote onzekerheidsmarge zijn bij de totalisering van de belastingen in tabel 4.7 deze cijfers niet opgenomen. Deze onzekerheid is vooral gebaseerd op de onbekendheid met circulatiepatronen en de verspreiding van stoffen over de vertikaal.

Tabel 4.6. geeft een schatting van de grensoverschrijdende belasting vanuit zuidelijke richting.

Tabel 4.6. Geschatte belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee vanuit zuidelijke richting in ton per jaar.

cadmium	(x 10)	10 - 15
koper	(x 10 ³)	2 - 3
zink	(x 10 ³)	6 - 9
lood	(x 10 ²)	15 - 23
chromium	(x 10 ²)	28 - 42
kwik		25 - 40
ijzer	(x 10 ⁴)	39 - 58
zwevende stof	(x 10 ⁶)	22 - 32
stikstof	(x 10 ⁴)	43 - 64
fosfor	(x 10 ⁴)	7 - 11
silicium	(x 10 ⁴)	15 - 22
chlorofyl	(x 10 ²)	43 - 65
totaal organisch koolstof	(x 10 ⁵)	39 - 58

4.9 Totale belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee

Aan de hand van de inventarisatie van de afzonderlijke belastingen en bronnen van verontreiniging als beschreven in de voorgaande paragrafen wordt in tabel 4.7 een overzicht gegeven van de totale belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee. Hieruit blijkt dat de totale belasting (exclusief de grensoverschrijdende belasting via de Belgisch-Nederlandse grens) in dezelfde orde van grootte ligt als deze grensoverschrijdende belasting. Gezien de grote onnauwkeurigheden verdient het aanbeveling de grensoverschrijdende belasting nader te onderzoeken.

Opgemerkt dient te worden dat het grootste deel van de grensoverschrijdende belasting van natuurlijke aard is, waardoor een vergelijking met de grote belastingsbronnen niet terecht is. De invloed op de waterkwaliteit en het ecosysteem komt namelijk niet alleen tot uiting in de vrachten, maar ook in de toename van de concentratie.

Daarnaast speelt ook de beschikbaarheid van de toegevoerde verontreinigingen een belangrijke rol. Hierdoor zijn de rivierafvoeren en de stortingen van baggerspecie lokaal van grotere invloed dan de belastingen via neerslag en reststroom. Mede hierdoor kan de invloed van de grensoverschrijdende belasting mogelijk zelfs klein geacht worden ten opzichte van de Nieuwe Waterweg en de baggerspeciestortingen.

	N	P	Si	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	Ni	Cr	olie	slib	γ-HCH	Feol
Waterlopen	250800	28700	102800		482	3030	392	37	4,4	432	637	5571	860400	0,74	300
Nw.Waterweg	178700	11700	100200	24600	230	2040	278	22	4,5	214	239	1893	464900	0,69	189
Haringvliet	20300	2400	6700	1000	19	90	15	0,7	0,9	17	13	1261	20800	0,09	27
Noordzeekanaal	66600	4200	14200	7800	75	421	67	3,6	1,3			946	318100	0,07	58
IJsselmeer	64200	9800	26100	-17800	92	600	124	15	1,4	179	118	2517	-830000	0,23	147
Westerschelde	30000	3400			52	95	20	3,2	0,7	8	13				
Eems-Dollard	1832	365	517												3
Oude Rijn	7466	2933		16139	20	445	98	2,1	1,0	2	12	150	44400		100
direkte lozingen vanaf land		312		21803	0,6	0,5	5	0,8	0,06		231				
lozingen en verbrandingen															
industriële afval op zee		14630		255304	532	4192	1383	55,3	11,6	319	983	6441	7329018		0,03
baggerspecie bruto															
scheepvaart															
- operationele lozingen												pm			
- calamiteiten															
winning delfstoffen															
- operationele lozingen												2,5			
- calamiteiten															
neerslag	75500	4700			350	2950	825	19	0,6	65	6				
grensoverschrijdende	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	
belasting															

- Bij geen opgave zijn geen metingen bekend.

Tabel 4.7. Schatting van de totale belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee, periode 1979-1981 in ton/jaar.

4.10. Globale slibbalans van het Nederlandse deel van de Noordzee

Slib is een belangrijke drager van verontreinigingen. Een goede slibbalans kan derhalve inzicht in het transport en de verspreiding van verontreinigingen geven.

In par. 4.9 is een schatting gemaakt van de hoeveelheid slib die jaarlijks naar het Nederlandse deel van de Noordzee getransporteerd wordt. Aan de hand van de zwevende stofgegevens van de Rottumraai (Nederlands-Duitse grens) en een geschatte reststroom van 6-7 cm/s kan een schatting gemaakt worden van de netto vrachten.

Hierbij moet opgemerkt worden dat het resulterend slibtransport ook andere oorzaken heeft dan het restdebiet. Naast een inhomogene verdeling over de waterkolom moeten met name storm- en getijeffecten worden genoemd, waardoor onderstaande cijfers als indicatief moeten worden beschouwd.

Uit tabel 4.6 en 4.7 blijkt dat jaarlijks ca. $3,5 \cdot 10^7$ ton slib naar het Nederlandse deel van de Noordzee wordt getransporteerd. Het baggerspecie-aandeel hierin bestaat voor een deel uit marien slib,

dat feitelijk niet in het aangevoerde totaal mag worden meegeteld. Bij een reststroom van 6-7 cm/s verlaat ca. $2,4 \cdot 10^7$ ton zwevend stof het Nederlandse deel van de Noordzee via de Rottumraai. Jaarlijks blijft hierdoor maximaal ca. $1,1 \cdot 10^7$ ton slib achter.

Ook binnen het beschouwde gebied komen slibtransporten voor, welke een orde groter kunnen zijn dan de resulterende in- en uitgaande slibtransporten, waardoor lokale bodemverhogingen en verdiepingen kunnen ontstaan.

Door Eisma (lit. 35) is op basis van literatuuronderzoek een schatting gemaakt van de sedimentatie in de Noordzee, waarbij een grote spreiding in de getallen is aangegeven. Qua orde van grootte komen de schattingen in voorliggende rapportage en lit. 42 goed overeen.

Echter gezien de grote onnauwkeurigheid van de in dit rapport berekende balans en het belang van een betere slibbalans voor het inzicht in de verspreiding van verontreinigingen is nader onderzoek nodig. In het meerjaren-onderzoeksplan van de Raad van Overleg voor Fysisch en Oceanografisch Onderzoek van de Noordzee wordt hieraan aandacht geschonken.

5. Het waterkwaliteitsonderzoek van de Noordzee

5.1. Algemeen

Ten behoeve van het waterkwaliteitsbeleid en beheer van de Noordzee heeft de Rijkswaterstaat behoefte aan informatie omtrent de waterkwaliteit. Hiertoe wordt een routinematig onderzoeksprogramma uitgevoerd middels metingen en bemonsteringen vanaf het strand en op zee. Deze routinegegevens worden waar nodig en binnen de mogelijkheden aangevuld met projectmatige onderzoeken.

De doelstellingen van het routineprogramma zijn:

- inzicht in de actuele waterkwaliteit (ruimtelijk beeld, toetsing aan normen)
- inzicht in de ontwikkeling van de waterkwaliteit naar plaats en tijd.

Alle hierna gepresenteerde waterkwaliteitsgegevens, voor zover niet van referentie voorzien, zijn door, danwel onder verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat bepaald.

De onderzoeksresultaten worden in het databestand WAKWAL opgenomen. Dit houdt in dat jaarlijks ruim 30.000 analyseresultaten met betrekking tot de Noordzee aan het bestand worden toegevoegd, gecodeerd naar lokatie, parameter en bemonsteringstijdstip. Een presentatie van deze cijfers vindt eens per kwartaal plaats in de serie „Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren” (lit. 23).

5.2. Bemonstering vanaf het strand

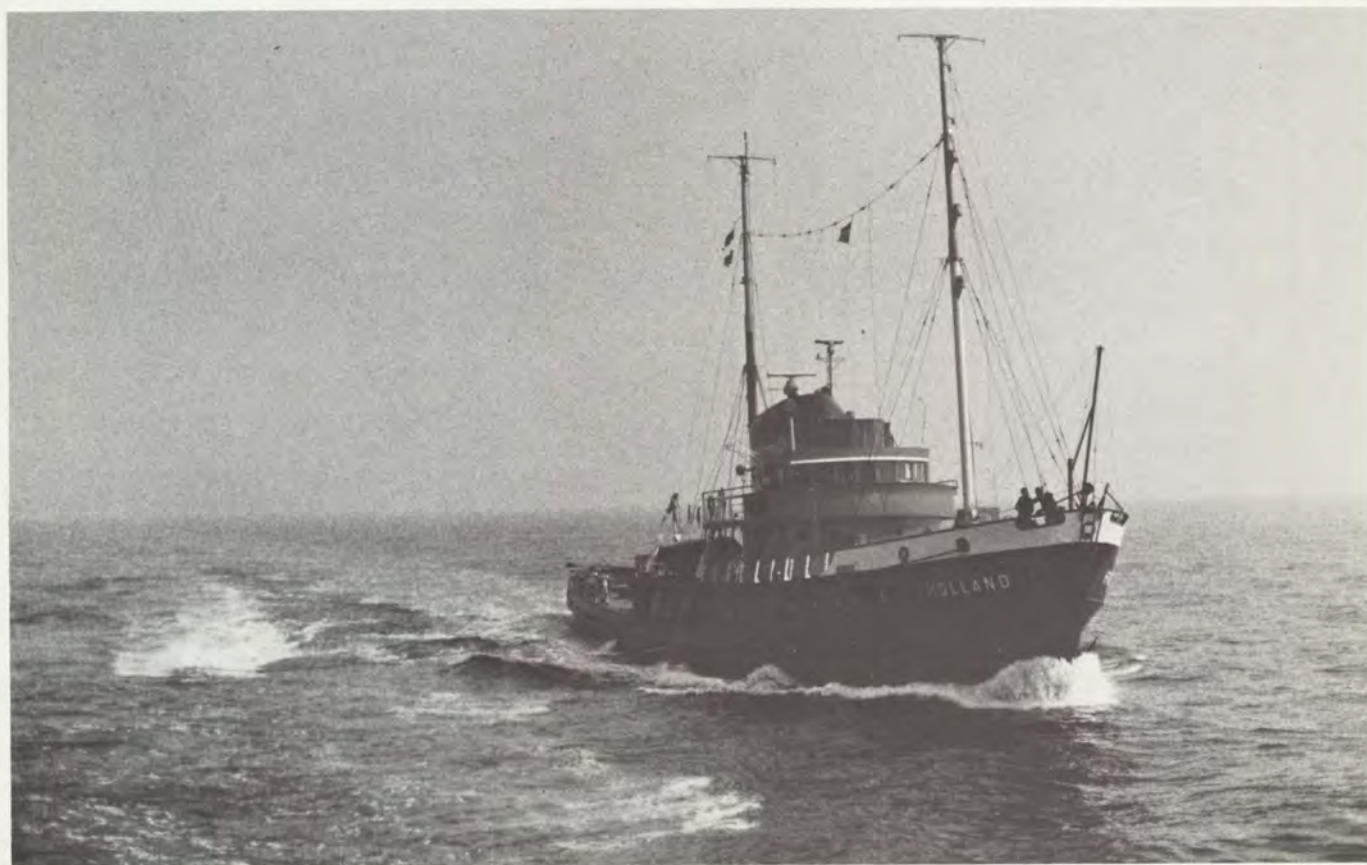
De routinematige bemonstering van het kustwater vanaf het strand (het zogenaamde badstrandenonderzoek) is in 1963 begon-

nen met het punt Hoek van Holland. In 1972 heeft een aanzienlijke uitbreiding van de bemonsteringslokaties plaatsgevonden; het meetnet bestond toen uit de punten Hoek van Holland, Ter Heijde, Kijkduin, Scheveningen-Vuurtoren, Scheveningen-Einde Zwarte Pad, Wassenaarsche Slag, Katwijk-Zuid, Katwijk-Noord, Noordwijk, Zandvoort, Wijk aan Zee, Egmond aan Zee, Camperduin en Huisduinen.

In 1982 heeft een optimalisatie plaatsgevonden waardoor de lokaties Kijkduin, Scheveningen Vuurtoren en Katwijk-Noord (alleen 's winters) kwamen te vervallen. De strandlokaties zijn weergegeven in figuur 5.1.

Het parameterpakket heeft tot 1972 voornamelijk bestaan uit temperatuur, zuurstof, zuurgraad, ammonium- en nitraatstikstof en chloride. Na 1972 heeft een uitbreiding plaatsgevonden met zware stof, gloeirest, ortho- en totaalfosfaat, synthetische detergents, fenol en parameters ter beoordeling van de bacteriologische waterkwaliteit.

Bijlage 5 geeft een beschrijving van de monsternamen en analysemethoden. De bemonsteringsfrequentie heeft per lokatie gevarieerd, waarbij tot 1976 gemiddeld eens per maand een monster werd genomen. Vanaf 1976 is de frequentie verhoogd tot 25 à 30 maal per jaar (gemiddeld eens per twee weken) en voor de stations Kijkduin, Scheveningen Vuurtoren, Scheveningen-Einde Zwarte Pad en Wassenaarsche Slag tot ca. 50 maal per jaar (gemiddeld eens per week, voornamelijk gericht op bacteriologisch onderzoek). Sinds 1982 wordt het water langs de Hollandse stranden met een frequentie van 1 maal per maand tot 1 maal per twee weken bemonsterd, afhankelijk van de te onderzoeken parameters.



Het m.s. „Holland”, waarmee Directie Noordzee het waterkwaliteitsonderzoek op de Noordzee uitvoert. (foto: Directie Noordzee).

5.3. Bemonstering op zee

Na een proefperiode in 1973 en 1974 is in mei 1975 begonnen met het routinematig onderzoek op zee. Het onderzoek had plaats op een 76-tal lokaties in het gebied tussen Cadzand en Rottum tot ca. 70 à 100 km uit de kust. Hiermee werd een groot deel van het Nederlandse deel van de Noordzee bestreken, met uitzondering van het noordwestelijke deel van het NCP. De nadruk heeft hierbij gelegen op het onderzoek in het kustwater.

De bemonsteringslokaties waren gesitueerd op lijnen loodrecht op de kust (dwarsraaien). De onderlinge afstanden tussen de punten

werden zodanig gekozen dat ook evenwijdig aan de kust, tot op ca. 70 km afstand, denkbeeldige lijnen getrokken konden worden (langsraaien). De bemonsteringspunten zijn weergegeven in figuur 5.1. Tot oktober 1979 werden de monsters 1 m onder het wateroppervlak genomen waarbij het schip stillag; na deze datum werd vaarend bemonsterd, ca. 3 m onder het wateroppervlak.

De benaming van de dwarsraaien maakt hun ligging kenbaar: Appelzak (A), Walcheren (W), Schouwen (S), Goeree (G), Ter Heijde (T), Noordwijk (N), Egmond aan Zee (E), Callantsoog (C), Terschelling (Ts) en Rottum (R).

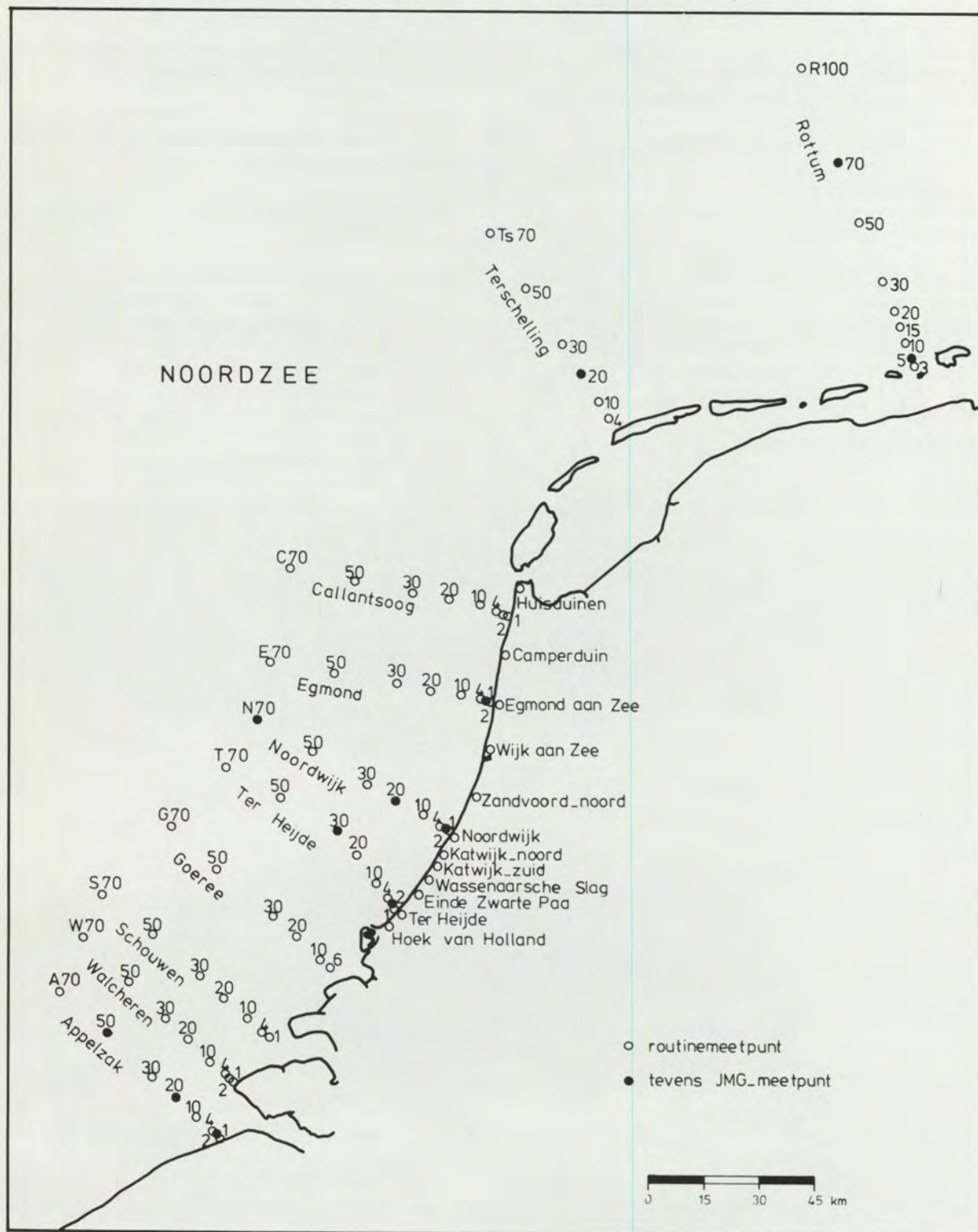


Fig 5.1 Bemonsteringspunten Noordzee in de periode 1975-1982.

De bemonsteringsfrequentie bedroeg theoretisch eens per 2 à 3 weken, waarbij een tocht meerdere dagen in beslag nam. De bemonsteringsstijdstippen lagen allen rond de hoogwaterkentering met een spreiding van maximaal ca. drie uur. Gegevens uitgemiddeld over een langere tijd, bijv. een jaar, leveren op deze manier een beeld rond de hoogwaterkentering.

Het parameterpakket is in de periode 1975-1982 niet veranderd. Op ieder punt werd een 18-tal parameters bepaald, namelijk zuurstof, zuurgraad, saliniteit, zwevende stof, gloeirest, totaal organisch koolstof, totaal ijzer, opgelost silicium, ammonium-, nitraat-, nitriet- en Kjeldahlstikstof, chloride, temperatuur, ortho- en totaal-fosfaat, chlorofyl-a en faeofytine. De parameter tritium werd slechts op 1 punt, N₇₀, bepaald. In bijlage 5 wordt een beschrijving gegeven van de monsternamen en analysemethoden. Door de projectgroep Waterkwatiteits Onderzoek Noordzee (WAKWON)) is over de periode 1975-1979 een aanzet tot evaluatie van het routine onderzoeksprogramma uitgevoerd. Hierin zijn met behulp van computerbewerkingen en berekeningen „trends” in de tijd bepaald. Deze aanzet is eind 1982 gebruikt bij de optimalisatie van het Noordzeemeetnet. In de optimalisatie is de samenhang (correlatie) tussen de meetpunten en de ruimtelijke variabiliteit onderzocht.

Op basis van de uitgevoerde optimalisatie is met ingang van maart 1983 het aantal bemonsteringslokaties verminderd tot 28 en zijn tevens het parameterpakket en de meetfrequentie aangepast. De vrijgekomen capaciteit wordt ingezet voor projectmatig onderzoek.

5.4. Het Joint Monitoring Programme

In 1976 is in het kader van de verdragen van Oslo en Parijs de internationale Joint Monitoring Group opgericht met als doel de invloed van de in het verdragsgebied (o.a. de Noordzee) gebrachte verontreinigingen in de compartimenten water, slib en organismen na te gaan.

Voor Nederland wordt dit onderzoek voor wat betreft de waterkwaliteit sinds 1979 uitgevoerd op 21 meetpunten waarvan er 12 in de

Noordzee liggen, namelijk de punten A₂, A₂₀, A₅₀, T₂, T₃₀, N₂, N₂₀, N₇₀, E₂, Ts₂₀, R₅ en R₇₀ (fig. 5.1). Deze lokaties worden gemiddeld eens per maand bemonsterd en onderzocht op opgeloste metalen (lood, chroom, cadmium, kwik, koper en zink) en sinds 1981 ook op metalen in totaal vorm (opgelost plus particulier gebonden).

Daarnaast worden in voor- en najaar de organismen mosselen, garnalen, bot en kabeljauw bemonsterd rond de lokaties A₂, N₁₀, G₁₀, R₅, W₁, G₆, E₂₀ en T₁₀ en onderzocht op de aanwezigheid van genoemde metalen en enkele organische microverontreinigingen (PCB en HCB). Sinds 1980 worden in bot- en kabeljauwlever ook de stoffen α , β -, γ -HCH, dieldrin en DDT geanalyseerd.

Het onderzoek in het compartiment slib is in 1982 gestart met sedimentbemonsteringen op een beperkt aantal lokaties in de Noordzee, welke zijn onderzocht op bovengenoemde verontreinigingen.

5.5 Overige onderzoeken.

Naast de in de vorige paragrafen beschreven onderzoeken, die voornamelijk een routinematig karakter hebben, vinden op de Noordzee nog vele andere onderzoeken plaats die meer een kortlopend projectmatig karakter hebben. Voorbeelden van enkele (projectmatige) onderzoekskaders zijn de Raad van Overleg voor het Fysisch Oceanografisch Onderzoek van de Noordzee (transportverschijnselen en slibproblematiek: verspreiding, adsorptie en desorptie van contaminanten), samenwerking Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) met het RIZA (visziekte onderzoek), het Nederlands Instituut voor Onderzoek van de Zee (NIOZ: fysisch, chemisch en biologisch onderzoek), Minimalisering Kosten Onderhoudsbaggerwerken (MKO: bagger- en stortingsproblematiek), het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en het Waterloopkundig Laboratorium (IB/WL: modellering van transporten, geochemisch onderzoek).

In de voorliggende nota zijn rapportages van voornoemde onderzoekskaders geraadpleegd. Er is echter niet expliciet ingegaan op de resultaten van deze onderzoeken.

6. Wijze van interpretatie en toetsing

6.1 Interpretatie

Met de gegevens opgeslagen in het databestand WAKWAL en de hieraan gekoppelde randprogrammatuur en tekenapparatuur kunnen tekeningen en tabellen gemaakt worden zoals die gepresenteerd worden in hoofdstuk 7. De hoeveelheid cijfermateriaal in combinatie met het puntennetwerk maakt het mogelijk grafieken in velerlei vormen te tekenen.

Teneinde het aantal grafieken te beperken en toch een optimale hoeveelheid informatie te kunnen geven, is gebruik gemaakt van de optimalisatiestudies van het Noordzeemeetnet.

De resultaten hiervan zijn als volgt samen te vatten:

- hoge concentratieniveau's aan verontreinigende stoffen en hoge percentages aan zoet water treden op vlak aan de kust,
- er is een geleidelijk verloop van de concentraties in zeewaartse richting,

- vanaf 50 km uit de kust is het concentratieniveau nagenoeg constant,
- het concentratieverloop langs de kust heeft een grillig karakter en kan van parameter tot parameter verschillen.

Hierbij is het mogelijk gebleken het Noordzeemeetnet op te delen in een zestal qua gedrag gelijke gebieden (fig. 6.1.), welke gekarakteriseerd worden door een zestal hoofdpunten t.w. A_2 , G_6 , T_2 , T_{70} , E_2 , en R_3 . De keuze is op deze punten gevallen omdat daar gemiddeld in het betreffende gebied de hoogste concentraties zijn gemeten. Veranderingen in de tijd zijn hierdoor duidelijker waar te nemen. Vanwege het belang van de grensoverschrijdende belasting zijn in de Appenzakraai nog twee hoofdpunten toegevoegd (A_{20} en A_{70}). Gezien de samenhang in het Noordzeemeetnet geven deze 8 hoofdpunten tezamen een redelijk beeld van de kwaliteit van het oppervlaktewater.

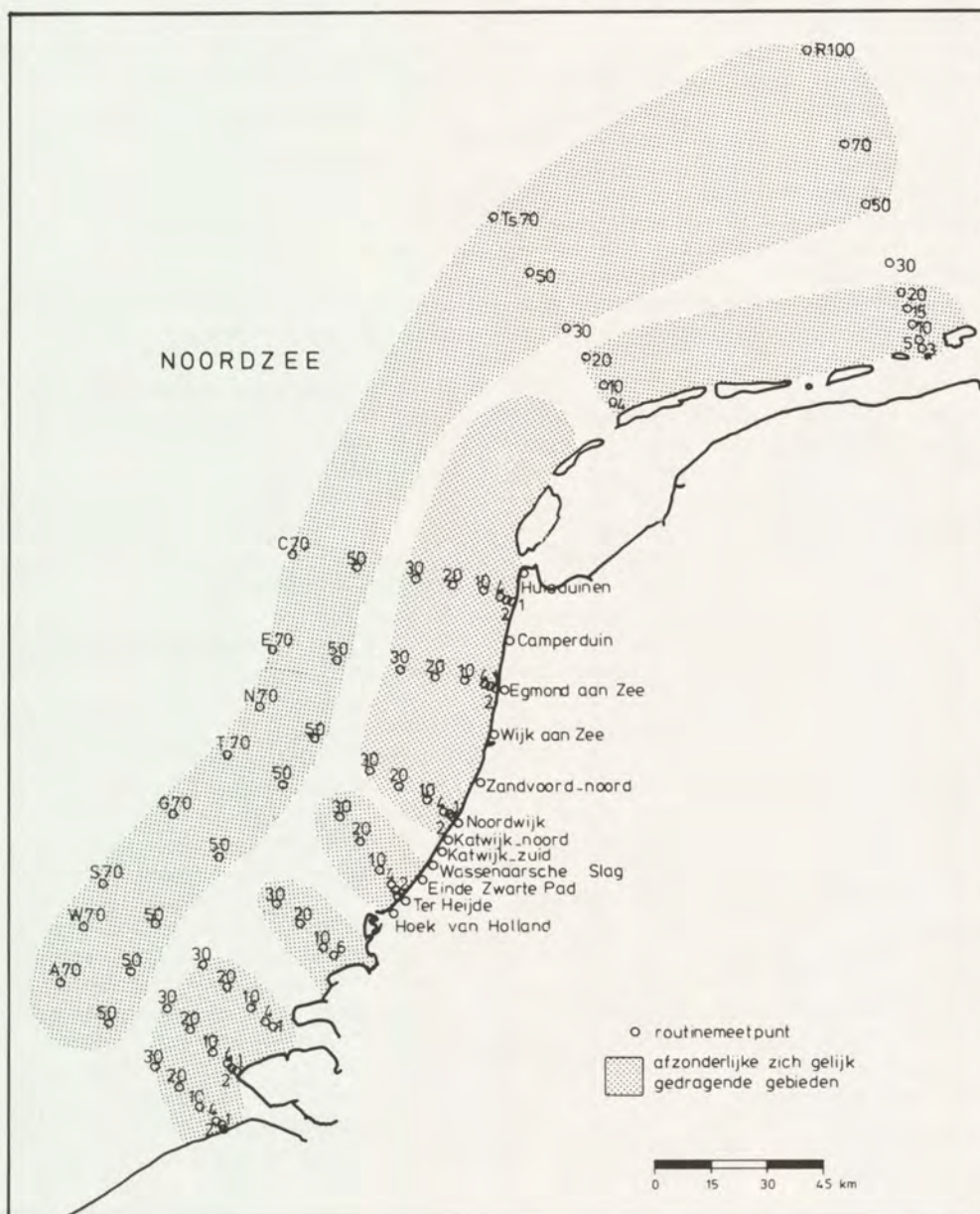


Fig. 6.1 Gebiedsindeling zeemeetnet.

Gebaseerd op het bovenstaande zullen bij de bespreking van de waterkwaliteit de resultaten van deze 8 hoofdpunten worden behandeld. In de bespreking zullen, voor zover zinvol, steeds de volgende aspecten aan de orde komen:

- Verandering van de concentraties van diverse parameters in de tijd aan de hand van grafieken over de periode 1975-1982. Jaargemiddelden worden gepresenteerd van de 8 voornoemde hoofdpunten uitgebreid met de twee strandbemonsteringspunten Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee. Hierbij kan het voorkomen dat het jaar 1975 is weggelaten. De bemonsteringen zijn in mei 1975 begonnen waardoor voor seizoensafhankelijke parameters een afwijkend jaargemiddelde zou ontstaan.
- Zomer- en wintergemiddelden van de periode 1975-1982. Met behulp van applicatie-programmatuur zijn in het onderzochte gebied isoconcentratielijnen getekend. Deze lijnen verbinden punten met gelijke concentraties in zomer (april t/m september) en winterperioden (oktober t/m maart). Teneinde het aantal lijnen te beperken is gebruik gemaakt van wisselende stapgroottes. Opgemerkt moet worden dat volstaan is met de door de computer getekende figuren. Deze figuren zijn rekenkundig juist en objectief maar niet altijd fysisch en chemisch interpreteerbaar (grillige patronen). Ter verduidelijking van de isoconcentratielijnen worden voor bepaalde parameters grafieken van zomer- en wintergemiddelden gepresenteerd. Deze grafieken geven de variaties weer zowel loodrecht op als evenwijdig aan de kust. Daarnaast wordt, waar nodig, statistische informatie gegeven in tabelvorm (zie ook bijlage 3 met minima, maxima en gemiddelden) of grafieken van de afzonderlijke waarnemingen over een jaar.
- Per parameter zijn met behulp van het rekenmodel OSTWAT (Optimalisatie en STrukturering van het routine-onderzoek der rijksWATeren, lit. 45) trendberekeningen in de tijd uitgevoerd voor de punten A_2 , T_2 , T_{70} en R_3 . De resultaten hiervan worden gepresenteerd.

Het model OSTWAT bestaat in grote lijnen uit twee onderdelen:

- a) Een „correctie” van de waterkwaliteitsgegevens voor een bepaald punt en over een bepaalde periode voor eventuele structurele of systematische veranderingen (verwijdering van het gemiddelde en de eventuele trend). Vervolgens worden eventuele seizoensfluctuaties bepaald met een Fourieranalyse en verwijderd. De „gecorrigeerde” gegevens (de zgn. residu-reeks) vertonen na deze bewerking voornamelijk nog toevallige fluctuaties.
- b) De statistische analyse van de „gecorrigeerde” gegevens. De variantie van de residu-reeks vormt hierbij de basis voor het bepalen van de betrouwbaarheid van een te detecteren trend.

In deze nota worden met behulp van OSTWAT eventueel aanwezige lineaire trends berekend. Vervolgens wordt nagegaan of deze trends significant aanwezig zijn in de beschikbare meetreeksen. Naast een trend in eenheden wordt ook een procentuele trend (toe- of afname) t.o.v. het meerjarig gemiddelde over de periode 1976-1982 gepresenteerd.

Het onderscheidend vermogen geeft de kracht aan van de uitspraak over de significantie van de trend, oftewel de kans om bij herhaling van de meetreeks (onder gelijkblijvende omstandigheden) weer een significante trend aan te tonen (lit. 45). Indien in de meetreeks geen significante trend aanwezig is wordt geen onderscheidend vermogen gepresenteerd.

Bij de trendberekening volgens de OSTWAT-methode moet opgemerkt worden dat een drietal factoren van invloed zijn op de uitkomst.

Ten eerste de verdeling van de bemonsteringen over de meetperiode. In het routineprogramma is gestreefd naar regelmatige be-

monsteringen. Toch zijn door verschillende omstandigheden (o.a. slecht weer) waarnemingen vervallen. Voor de berekening is een equidistante meetreeks nodig, zodat ontbrekende waarden worden geïnterpoleerd. Indien meerdere waarnemingen zijn vervallen kunnen de interpolaties van invloed zijn op de trendberekening.

Ten tweede kunnen parameters met een sterk seizoenskarakter (zoals bijv. temperatuur) de berekeningen beïnvloeden.

Ten derde is gebleken dat bij parameters met gehalten kleiner dan de detectiegrens de toepassing van OSTWAT als minder betrouwbaar moet worden beschouwd. In WAKWAL wordt voor gehalten kleiner dan de detectiegrens „nul” opgeslagen. De trendberekening maakt gebruik van deze nullen en is daarom onbetrouwbaar. Bij de bespreking van de afzonderlijke parameters in hoofdstuk 7 zal, waar nodig, op deze invloeden op de trendberekening worden ingegaan.

Daar één van de hoofddoelen van deze nota het beschrijven van de ontwikkeling van de waterkwaliteit in de tijd is, zijn de analysere-sultaten voornamelijk verwerkt in de vorm van gemiddelden en medianen over een langere tijd en gebruikt voor het bepalen van een trend. De afzonderlijke resultaten komen, gezien de veelheid van gegevens slechts in enkele gevallen aan de orde. In het algemeen geldt dat over een voldoende lange periode waarnemingsmateriaal beschikbaar moet zijn om betrouwbare uitspraken te kunnen doen over het verloop van de waterkwaliteit.

6.2 Toetsing

Aan bepaalde oppervlaktewateren kunnen al naar gelang de functie en bestemming waterkwaliteitsdoelstellingen worden toegekend.

Het betreft hier onder andere zwemwater, viswater, schelpdierwater, landbouwwater en water voor de drinkwatervoorziening.

Door het hoge zoutgehalte is het Noordzeewater als zodanig niet geschikt voor de drinkwatervoorziening en agrarisch gebruik, terwijl voor de industrie en de scheepvaart de waterkwaliteit van ondergeschikt belang is.

Naast voornoemde specifieke doelstellingen wordt in het Indikatief Meerjaren Programma (IMP) 1980-1984 de algemene waterkwaliteitsdoelstelling „basiskwaliteit” voor zoet water geïntroduceerd. Met deze doelstelling wordt een minimum aangegeven in het geheel van waterkwaliteitsdoelstellingen om een basisbescherming te geven aan ecologische belangen en belangen die samenhangen met verschillende vormen van menselijk gebruik. Voor zout water zijn nog geen doelstellingen beschikbaar, maar zijn studies gaande (IMP 1985-1989 en werkgroep V van de Coördinatiecommissie Uitvoering WVO, de zgn. CUWVO).

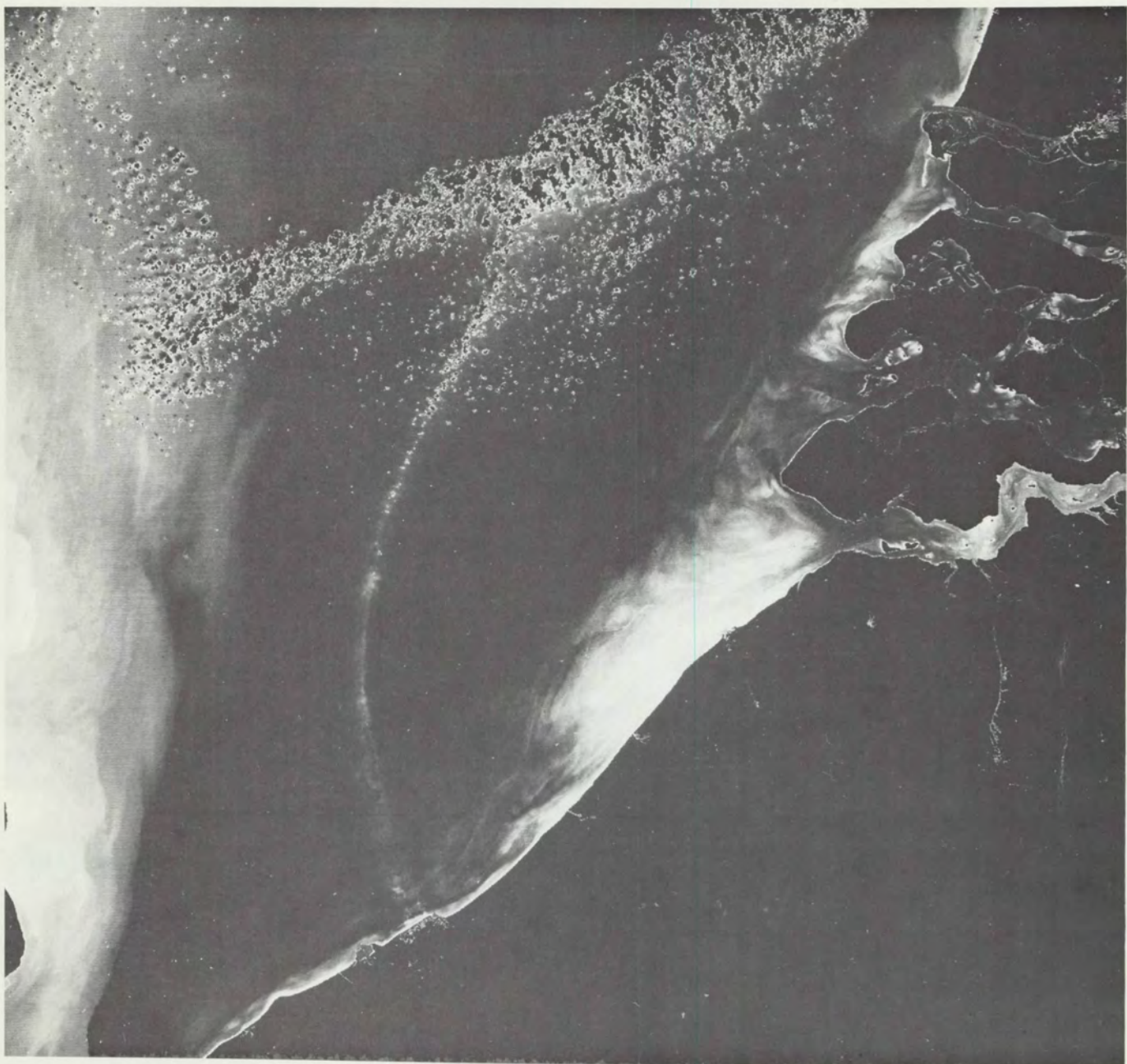
Bij elk van de waterkwaliteitsdoelstellingen kan een serie normen worden vastgesteld. In het kader van de Europese Gemeenschap is dit tot nu toe gebeurd voor de doelstellingen drinkwatervoorziening, zwemmen, zoetwatervissen en schelpdieren.

In nationaal verband zullen de normen worden vastgesteld door middel van een Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) bij de WVO. Een en ander is vastgelegd in een in juni 1981 door het parlement goedgekeurde wijziging van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO). Een ontwerp-AMvB betreffende de doelstellingen drinkwatervoorziening, zwemmen, zoetwatervissen en schelpdieren is in juli 1981 in de Staatscourant gepubliceerd en in aangepaste vorm in het najaar van 1982 door de ministerraad goedgekeurd voor adviesaanvraag aan de Raad van State. De publicatie van de definitieve AMvB wordt eind 1983 voorzien. De reeds eerder genoemde wijziging van de WVO voorziet ook in de introductie van zogenaamde waterkwaliteitsplannen per 1-1-1984. Een belangrijk onderdeel van deze plannen vormt het vaststellen van de functies voor de verschillende wateren die in het plange-

bied liggen. Dit betekent dat, voor zover de normen zoals hierboven bedoeld in nationaal verband zijn vastgesteld, in de toekomst voor elk water een op de specifieke functies afgestemd normpakket zal gelden. Voor zoute wateren zijn er alleen normen voor zwem- en schelpdierwater (lit. 24). In het Concept Waterkwaliteitsplan Kustwateren (lit. 13) is aan alle Noordzeestranden de functie zwemwater toegekend. De strandlocaties Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee zijn getoetst aan de zwemwaternormen. Een overzicht van deze normen, alsmede de toetsingsresultaten van de jaren 1980, 1981 en 1982 zijn te vinden in bijlage 1.

De schelpdierwaterfunctie is in het Waterkwaliteitsplan toegekend aan het gebied voor de monding van de Oosterschelde, het Brouwershavensche Gat en het Slijkgat, waar kokkelvisserij wordt uitgeoefend.

De lokaties S₁, S₄, S₁₀, G₆ en G₁₀ zijn getoetst aan de normen voor schelpdierwater. Een overzicht van deze normen, alsmede de toetsingsresultaten van de jaren 1980, 1981 en 1982 zijn te vinden in bijlage 2.



Satellietopname van de hoge troebelheid voor de kust van Zeeuws-Vlaanderen. (sateliet LANDSAT foto: Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium NLR).

7. Beschrijving parameters

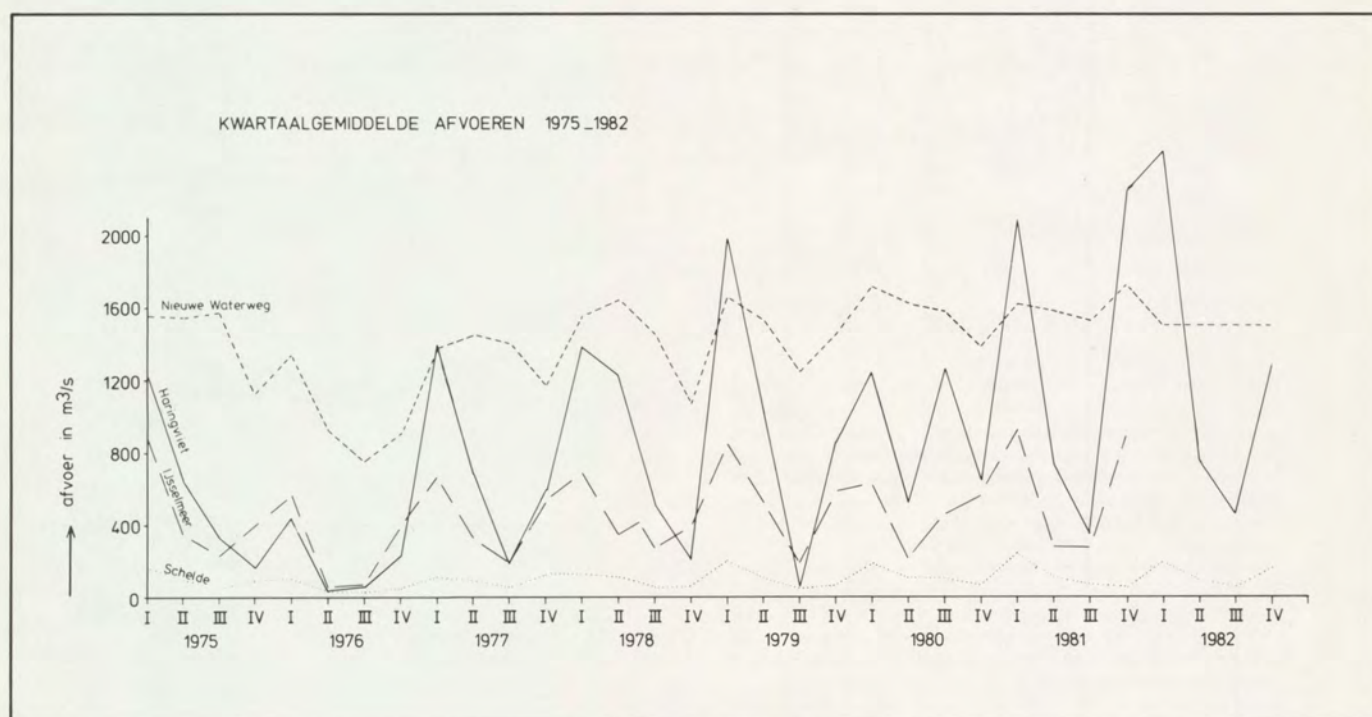
7.1. Rivierafvoeren

Alvorens tot een bespreking van waterkwaliteitsparameters over te gaan, wordt eerst een beeld geschetst van enkele belangrijke rivierafvoeren. De grootte van een rivierafvoer heeft direct invloed op gehalten en processen in het water direct onder de kust. Zo zullen in natte perioden bijvoorbeeld lagere saliniteiten in zee voorkomen (par. 2.4). Valt een natte periode in de winter, dan zal een extra daling van de zeewatertemperatuur optreden, waardoor temperatuursafhankelijke processen langzamer verlopen.

Figuur 7.1 geeft een overzicht van de kwartaalgemiddelde afvoeren van enkele waterlopen (Schelde, Haringvliet, Nieuwe Waterweg en IJsselmeer). Bij de afronding van deze rapportage waren de afvoeren van 1982 nog niet allemaal beschikbaar. Hiervoor zijn schattingen gemaakt met behulp van lit. 23 en 34. Uit fig. 7.1. blijkt de lage afvoer in het droge jaar 1976 en de hoge afvoer in het natte jaar 1981. In de periode 1975-1982 is een geleidelijke toename van de afvoer geconstateerd.

Met behulp van par. 2.4 en 7.2 kan geschat worden wat bij de desbetreffende rivierafvoer de zoetwaterverdeling is in het ontvangende Noordzeewater.

Fig. 7.1 Kwartaalgemiddelde afvoeren 1975 - 1982.



7.2. Saliniteit

De saliniteit is een belangrijke natuurlijke parameter die kan fungeren als tracer voor de verspreiding van rivierwater. Alleen als het passieve verspreidingspatroon bekend is kan de wisselwerking van andere waterkwaliteitsparameters met het Noordzeemilieu worden geanalyseerd.

De saliniteit van zeewater bedraagt 35,0 ‰. Daar de saliniteit van rivierwater verwaarloosbaar is ten opzichte van zeewater, kan het percentage zoet water in zeewater berekend worden (tabel 7.1), waarmee een schatting van de rivierinvloed mogelijk is.

Tabel 7.1 Overzicht van de saliniteit en het bijbehorende percentage zoet water in Noordzeewater.

Saliniteit (‰)	Zoet water (%)
35,0	0
34,7	1
33,3	5
31,5	10
29,8	15
28,0	20
26,3	25
24,5	30

In de figuren 7.2 t/m 7.4 zijn de jaargemiddelde saliniteiten op enkele punten tegen de tijd uitgezet. In deze figuren is het droge jaar 1976 (hoge saliniteit) en het natte jaar 1981 (lage saliniteit) zichtbaar. Als gevolg van de geleidelijke toename van de rivierafvoeren in de beschouwde periode is er een enigszins dalende trend aanwezig in de waargenomen saliniteit (tabel 7.2).

Tabel 7.2 Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in de saliniteit op de punten A_2 , T_2 , T_{70} en R_3 in de periode 1976-1982.

Lokatie	Lin.trend* (‰) (%)	Sign.trend**	Ondersch.*** vermogen (%)
A_2	-2,0 -7	+	89
T_2	-0,6 -2	-	-
T_{70}	-0,4 -1	+	98
R_3	-1,9 -6	+	90

*) Lineaire trend. De lineaire trend geeft de volgens een rechte lijn verlopende trend aan van het begin tot het eind van een periode. Voor het meetpunt A_2 bijvoorbeeld betekent dit een trendmatige daling van 2,0 ‰ (of g/kg) over 7 jaar ofwel 7% ten opzichte van het 7-jaarsgemiddelde gehalte.

**) Signifikantie van de trend. Met behulp van een statistische toets is bepaald in hoeverre de gevonden trend significant is. Een "+" betekent: de gevonden trend is voor meer dan 95% significant; "-" betekent: de gevonden trend is voor minder dan 95% significant, ofwel onbetrouwbaar.

**) Onderscheidend vermogen. Het onderscheidend vermogen geeft de kans aan om bij herhaling van de meetreeks, onder gelijkblijvende omstandigheden (bemonsteringsfrequentie, uitschieters etc.) wederom een significante trend aan te tonen. Voor het meetpunt A_2 bijvoorbeeld betekent dit dat de kans om in de toekomst onder gelijke omstandigheden een zelfde trend (2,0 ‰ in 7 jaar) te bepalen 89% is. Bij een niet significante trend (-), als voor T_2 , is geen onderscheidend vermogen gepresenteerd.

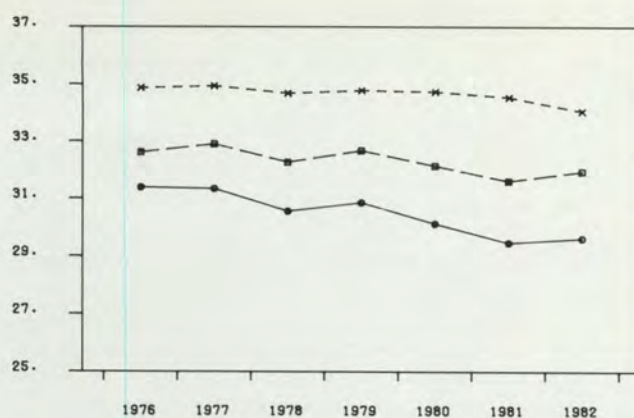


Fig. 7.2 Saliniteit (‰) Jaargemiddelden

o 2 APPELZAK
□ 20 APPELZAK
x 70 APPELZAK

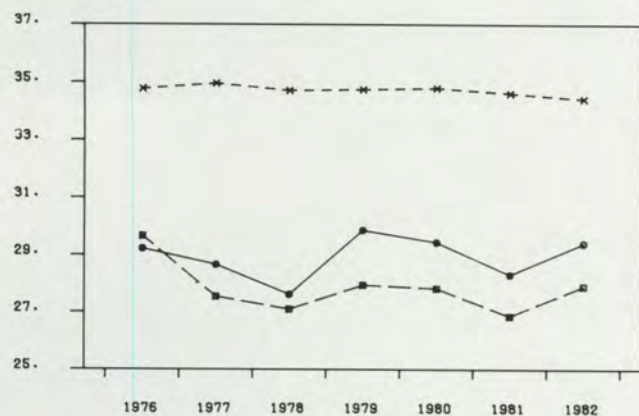


Fig. 7.3 Saliniteit (‰) Jaargemiddelden

o 6 OOEEREE
□ 2 TER HEIJDE
x 70 TER HEIJDE

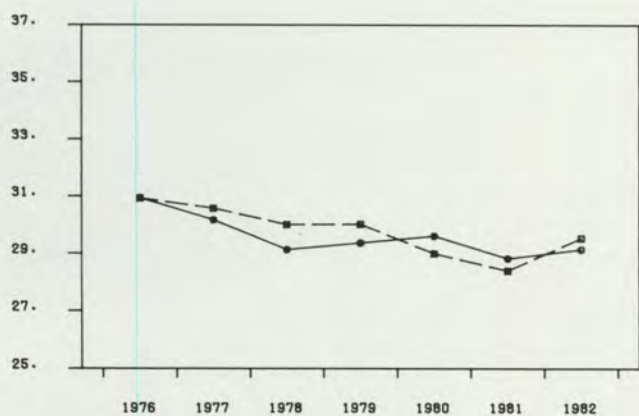


Fig. 7.4 Saliniteit (‰) Jaargemiddelden

o 2 EGHOND
□ 3 ROTTERDAMPPLAAT

In het algemeen zijn in de wintermaanden de rivierafvoeren hoger dan in de zomermaanden, waardoor rond de riviermondingen grote verschillen in saliniteit kunnen voorkomen. Verder van de kust neemt de saliniteit toe als gevolg van de afnemende invloed van de rivieren (fig. 7.5 en 7.6). In deze figuren komt duidelijk naar voren dat door de computerberekening van iso-concentratielijnen grillige verlopen kunnen ontstaan. Er moet dan ook nogmaals op gewezen worden dat de iso-concentratiefiguren met name bedoeld zijn om een globaal beeld te presenteren, waarin de grillige (rekenkundig juiste) details veelal van onderschikt belang zijn.

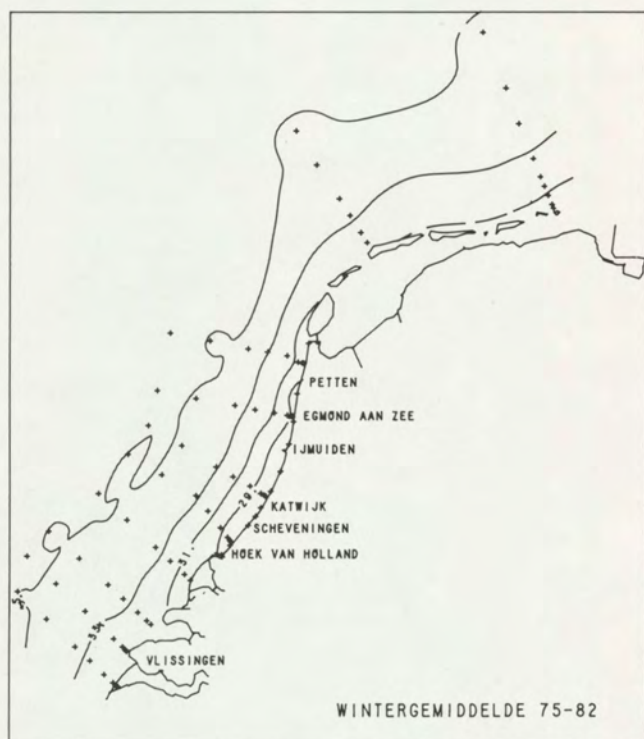


Fig. 7.5 Saliniteit (‰)

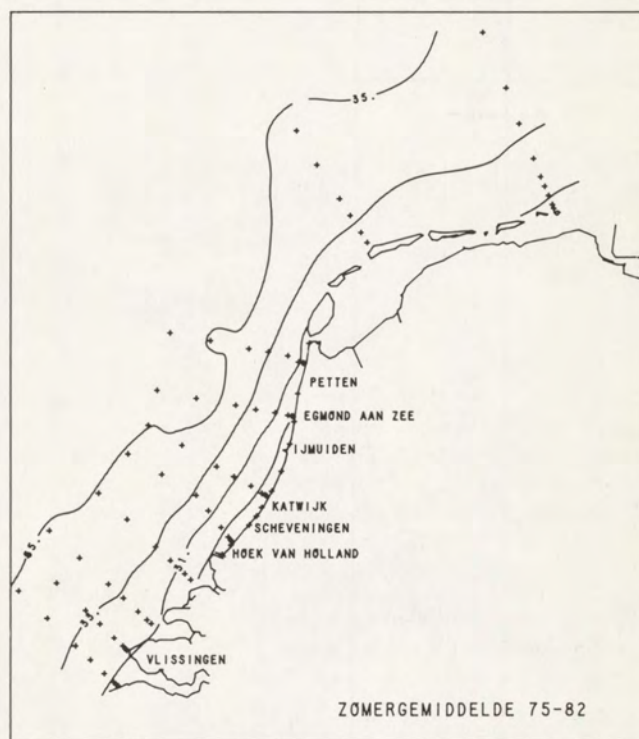


Fig. 7.6 Saliniteit (‰)

7.3. Zwevende stof

De zwevende stof is gedefinieerd als die deeltjes die na filtratie over $0,45\ \mu\text{m}$ als filterkoek achterblijven. Tot de zwevende stof behoren onder andere algen, detritus en slibdeeltjes.

De zwevende stof beperkt de lichtindringing, waardoor groei-remming van lichtafhankelijke organismen kan optreden. Deze remming geldt voor de Noordzee voornamelijk in de brandings- en kustzone en ten zuiden van de monding van de Westerschelde. Deze gebieden zijn erg turbulent waarbij het slib door de waterbeweging in suspensie wordt gehouden. Omdat de bodem rond het mondingsgebied van de Westerschelde uit klei-achtige lagen bestaat (lit. 16), worden in dat gebied hoge zwevende stofgehalten waargenomen.



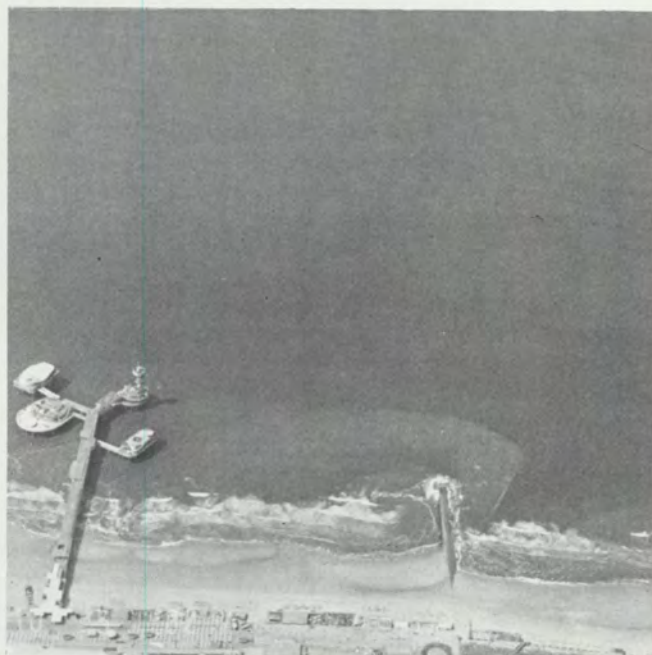
Fig. 7.7 Zwevende stof (mg/l).

De figuren 7.7 en 7.8 tonen de zomer- en wintergemiddelde zwevende stofgehalten in de Noordzee. De voornoemde gebieden zijn duidelijk herkenbaar. Uit deze figuren blijken een tweetal concentratieverlopen. Er bestaat een gradiënt evenwijdig aan de kustlijn, tot ca. 20 km uit de kust met hoge gehalten in het zuiden en lage in het noorden. Daarnaast is er een gradiënt loodrecht op de kust met hoge gehalten bij de kust en lage verder uit de kust.

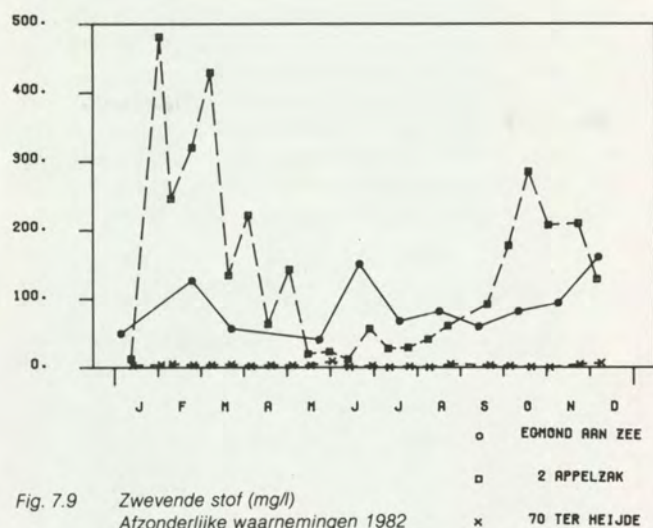


Fig. 7.8 Zwevende stof (mg/l)

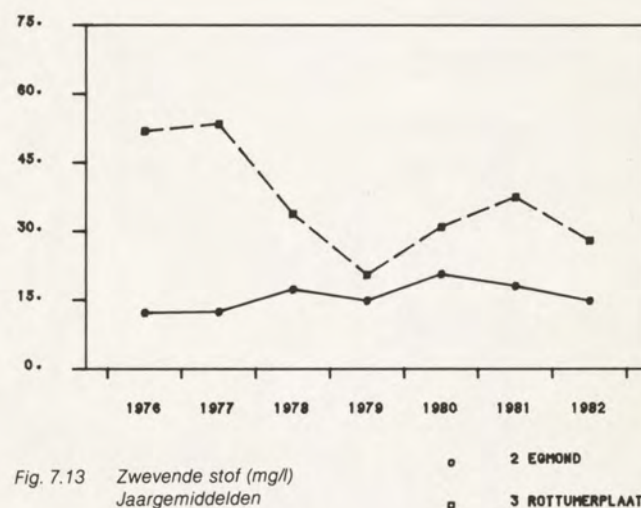
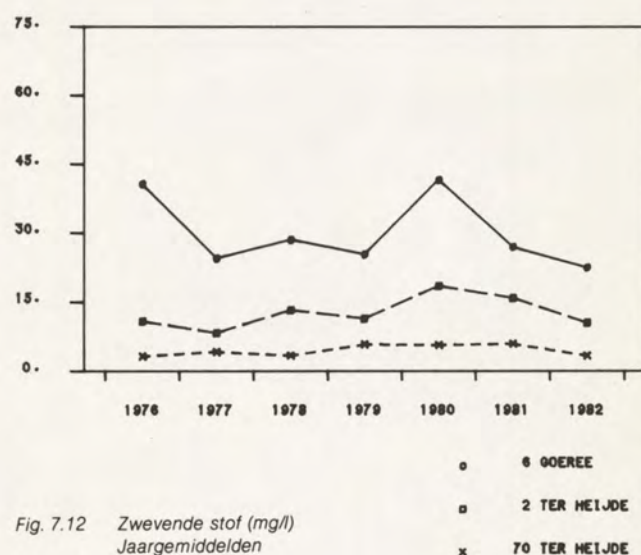
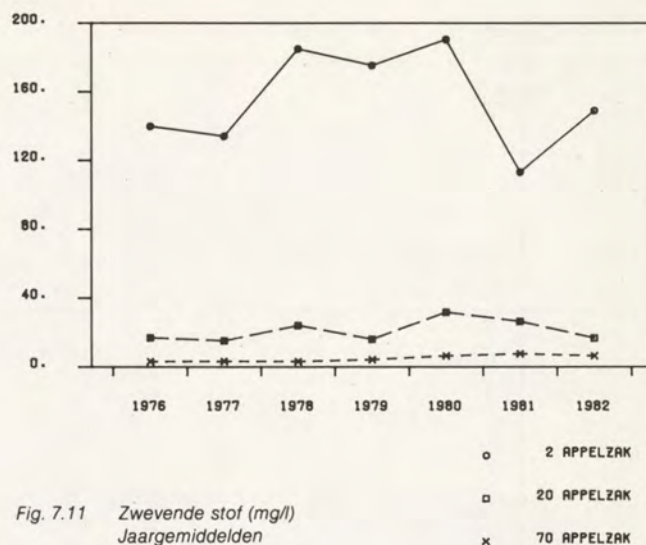
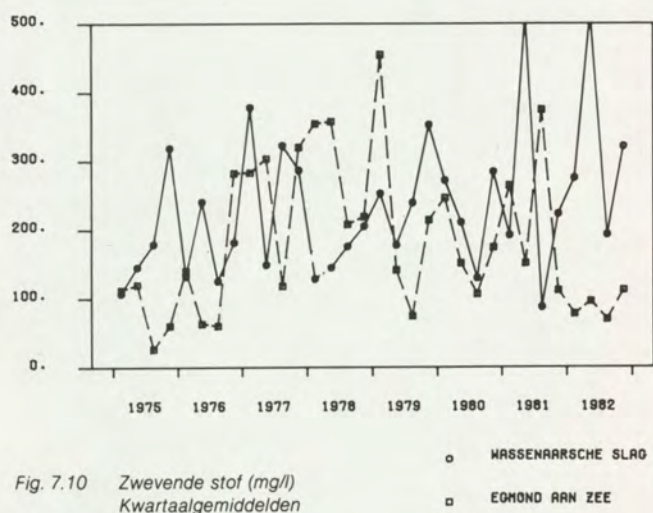
Luchtopname van de hoge turbulentie in het kustwater bij Scheveningen. (foto: Directie Noordzee).



Het zwevende stofgehalte is onderhevig aan seizoensinvloeden. 's Zomers worden in het algemeen lagere waarden waargenomen dan 's winters (fig. 7.7 t/m 7.10). De seizoensvariatie wordt voor de lokaties Egmond aan Zee, A₂ en T₇₀ geïllustreerd in fig. 7.9, waarin de afzonderlijke waarnemingen van 1982 zijn weergegeven.



Een direct verband tussen windsnelheid en het zwevende stofgehalte op zee is niet aantoonbaar (lit. 17, 23, 27). Mogelijk is er een relatie tussen het zwevende stofgehalte en meerdere parameters, naast de windsnelheid bijvoorbeeld windhoek, temperatuur, waterdiepte en bodemgesteldheid. Het verloop van de gehalten in de strandbemonsteringen (fig. 7.10) is grillig, wat mede kan worden veroorzaakt door de monsternamen in de branding waarbij zand in het monster kan komen.



In het verloop van de jaargemiddelden op zee (fig. 7.11 t/m 7.13) is geen duidelijke stijging of daling aantoonbaar.

Berekeningen met het model OSTWAT duiden op een enigszins stijgende trend voor de Hollandse kust, hoewel deze trend niet significant is (tabel 7.3).

Tabel 7.3 Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in het zwevende stofgehalte op de punten A₂, T₂, T₇₀ en R₃₀ in de periode 1976-1982.

Lokatie	Lin.trend		Sign.trend	Ondersch. vermogen (%)
	(mg/l)	(%)		
A ₂	-61,5	-40	-	-
T ₂	2,0	+ 9	-	-
T ₇₀	1,6	+35	-	-
R ₃	-24,7	-65	+	85

De figuren 7.14 en 7.15 geven een overzicht van het winter- en zomergemiddelde gloeirestpercentage van de zwevende stof over de periode 1975-1982.

Het gloeirestpercentage geeft aan in hoeverre de zwevende stof uit anorganische bestanddelen bestaat. 's Zomers wordt, ten gevolge van algenbloei, een ca. 10% lager gloeirestpercentage waargenomen dan 's winters. Voor de Hollandse kust is in het algemeen het gloeirestpercentage hoger dan voor de Zeeuwse wateren en ten noorden van de Waddeneilanden.

De gloeirest is alleen bepaald bij zwevende stofgehalten van meer dan 10 mg/l. Hierdoor zijn van turbulente gebieden (Appelzakraai, strandlokaties) vrijwel volledige reeksen beschikbaar, terwijl in gebieden met lage zwevende stofgehalten (in het algemeen ver van de kust) soms in meer dan 50% van de gevallen geen gloeirest is bepaald.

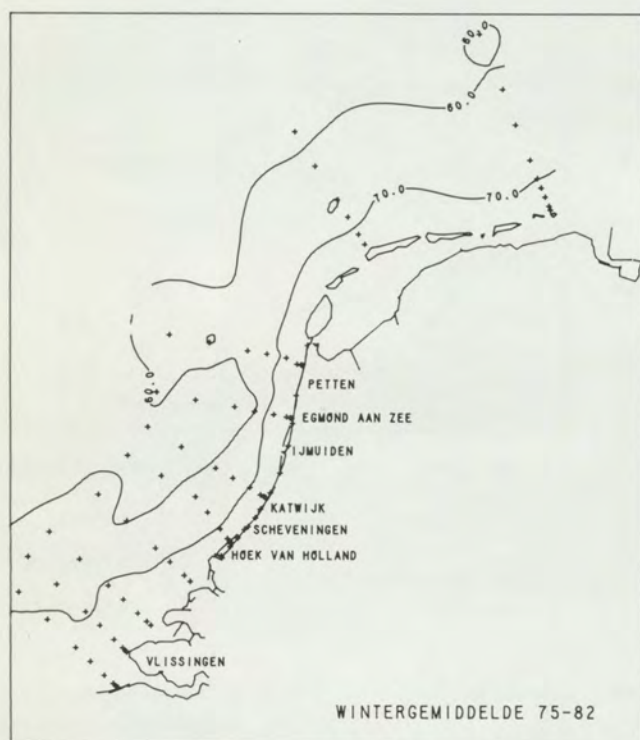


Fig. 7.14 Gloeirestpercentages



Fig. 7.15 Gloeirestpercentages

7.4. Zuurgraad

De zuurgraad (als pH) is seizoensafhankelijk. 's Zomers wordt in het algemeen een pH waargenomen die enkele tienden van eenheden hoger is dan in de wintermaanden (fig. 7.16 t/m 7.18).

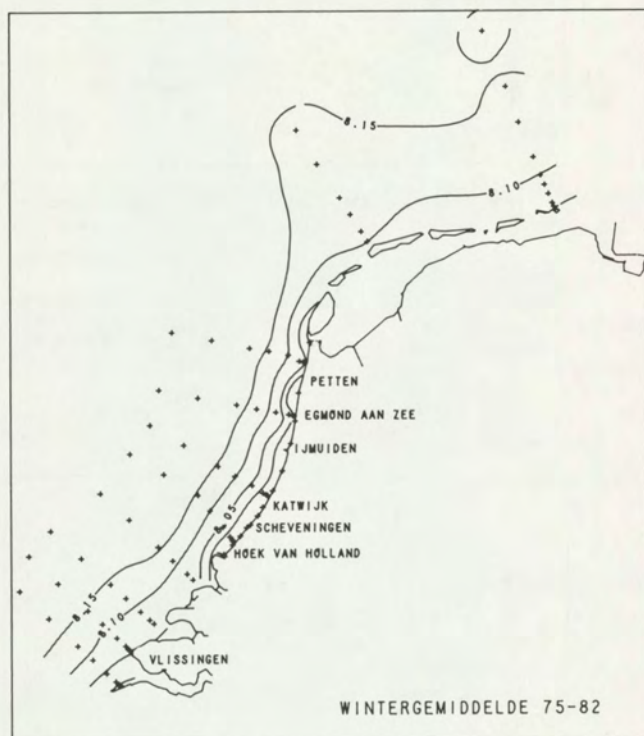


Fig. 7.16 Zuurgraad

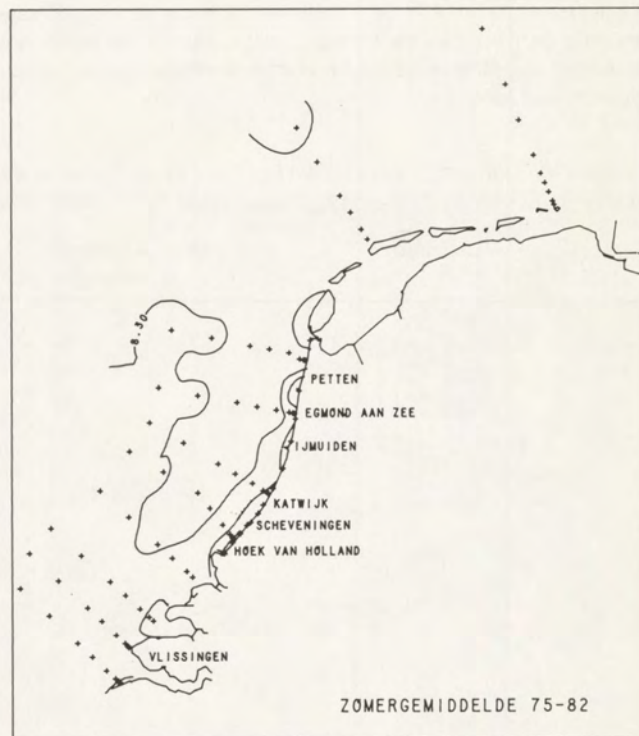


Fig. 7.17 Zuurgraad

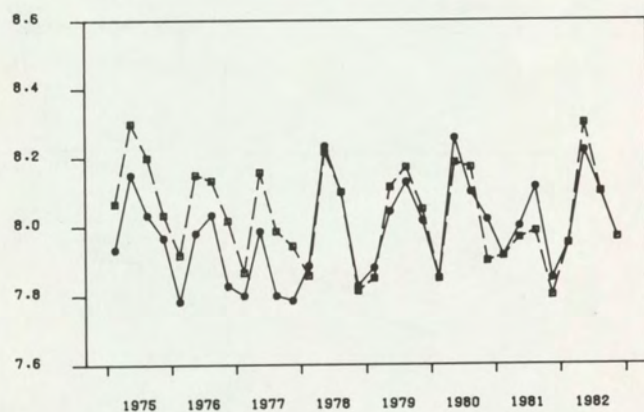


Fig. 7.18 Zuurgraad (s.e.) Kwartaalgemiddelden

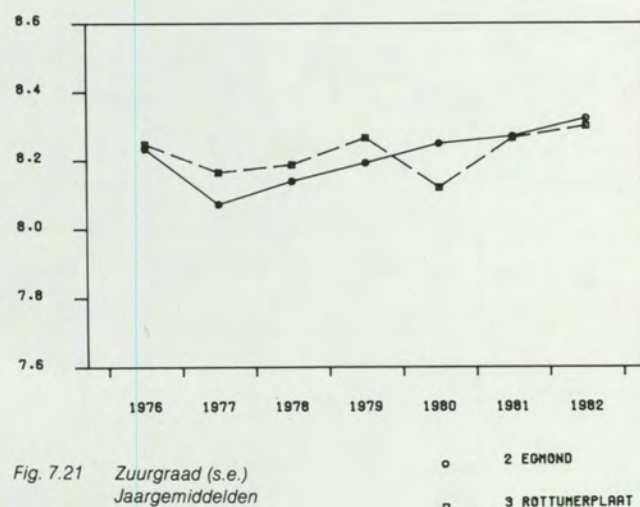
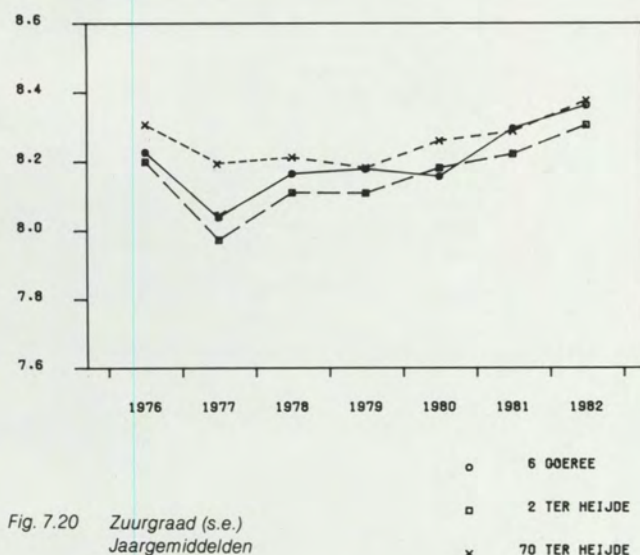
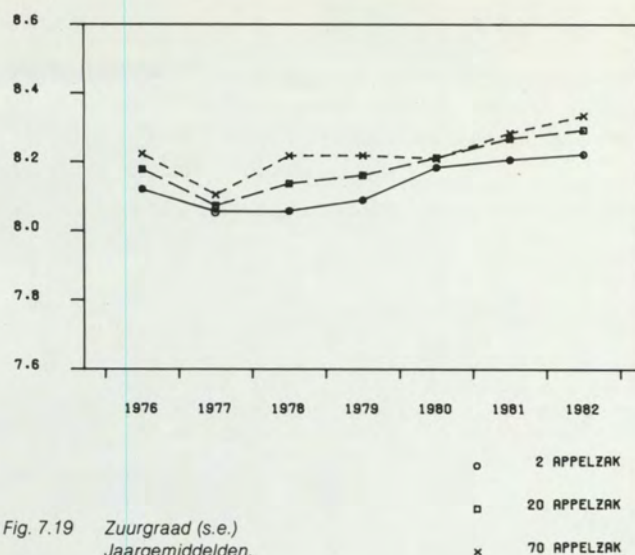
○ WASSENARSCHÉ SLAG
□ EGMOND AAN ZEE

Dit wordt deels veroorzaakt door de aanwezigheid van algen die in voorjaar en zomer in ruimere mate aanwezig zijn dan in de winter. Voor de groei van de algen wordt uit het water CO_2 opgenomen waardoor de pH stijgt. In gebieden met een grotere primaire productie (mondingsgebieden estuaria en het Hollandse kustwater) zijn de pH-verschillen tussen zomer en winter groter dan in minder productieve gebieden.

De figuren 7.19 t/m 7.21 geven een overzicht van het verloop van de pH in de tijd op de onderscheiden hoofdpunten. In het algemeen is er een enigszins stijgende trend waarneembaar wat wordt bevestigd door tabel 7.4.

Tabel 7.4 Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in de pH op de punten A_2 , T_2 , T_{70} en R_3 in de periode 1976-1982.

Lokatie	Lin.trend (s.e.)	(%)	Sign.trend	Ondersch. vermogen(%)
A ₂	0,19	+2,1	+	86
T ₂	0,20	+2,5	+	86
T ₇₀	0,10	+1,2	+	67
R ₃	0,10	+1,2	-	-



7.5. Temperatuur

Het ruimtelijk verloop van de temperatuur van het zeewater vertoont in de winter een tegengesteld beeld aan dat in de zomer. In de winter is het kustwater kouder dan de volle zee en in de zomer warmer.

De temperatuur van het Noordzeewater wordt bepaald door de warme golfstroom, de instraling vanuit de atmosfeer en de riverafvoeren. Door de grote invloed van de Rijn zijn 's winters de temperaturen in het deel van de Noordzee ten noorden van de Rijnmond lager dan ten zuiden van dit gebied, terwijl 's zomers het omgekeerde het geval is (fig. 7.22 en 7.23). Het sterke seizoensverloop komt tot uiting in fig. 7.24 waarin afzonderlijke waarnemingen uit 1982 zijn gepresenteerd.

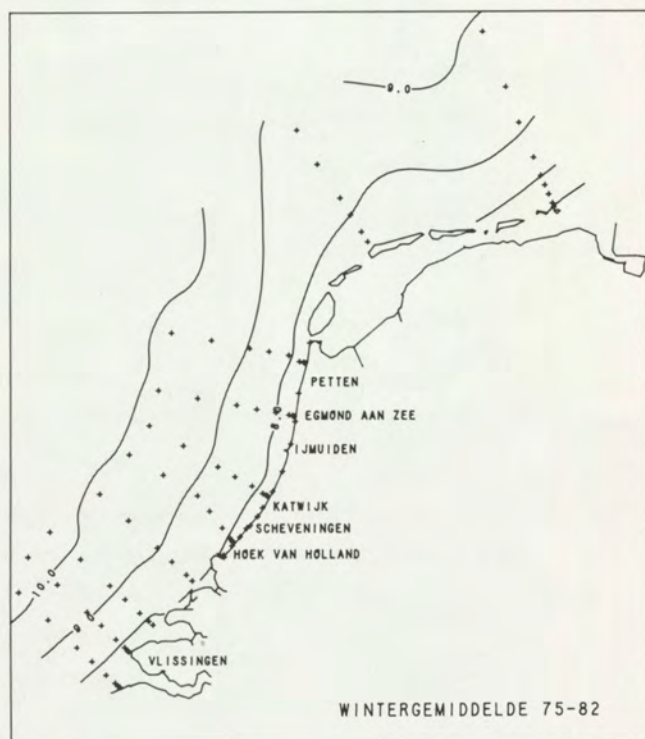


Fig. 7.22 Temperatuur (°C)

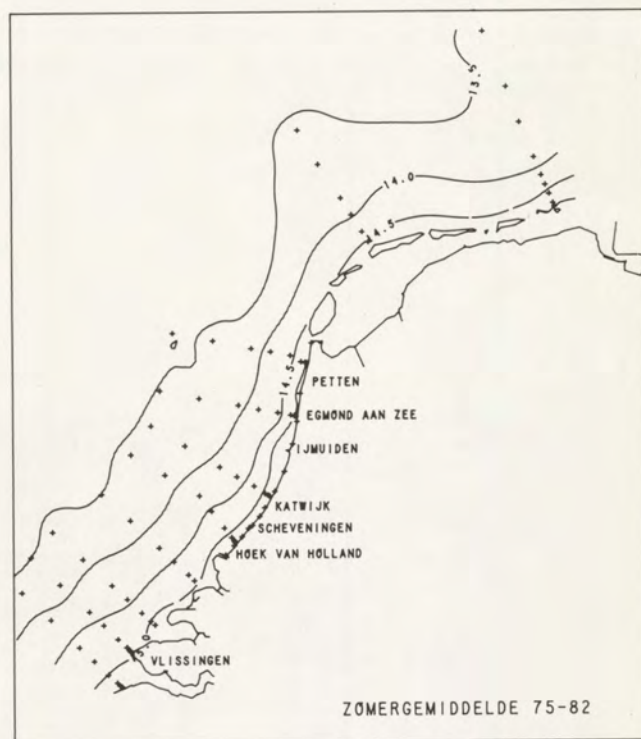


Fig. 7.23 Temperatuur (°C)

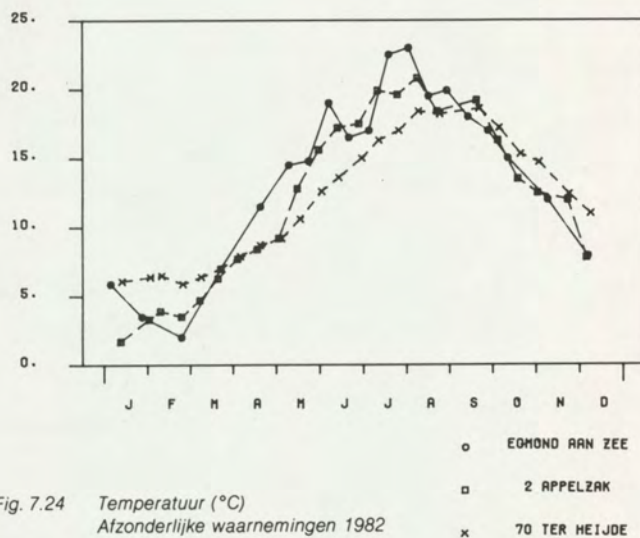


Fig. 7.24 Temperatuur (°C)
Afzonderlijke waarnemingen 1982

○ EDMOND AAN ZEE
□ 2 APPELZAK
× 70 TER HEIJDE

De temperatuur is van belang voor een groot aantal processen in het water. Bij temperatuurstijging neemt de primaire productie toe, waardoor de algenbiomassa (chlorofyl, TOC) vergroot wordt en nutriëntengehalten dalen.

De intensiteit van de mineralisatie, dat wil zeggen de bacteriële afbraak van organisch materiaal tot CO_2 , H_2O en andere verbindingen zoals fosfaat, nitraat en silicaat neemt eveneens toe bij hogere temperatuur.

Bij een stijging van de temperatuur neemt de oplosbaarheid van zuurstof in water af. Onder bepaalde omstandigheden (hoge belasting, lage reëratie) kan als gevolg van mineralisatie een verdere daling van het zuurstofgehalte optreden.

Daarentegen wordt door vele plantaardige organismen (o.a. fytoplankton) bij hogere temperatuur meer zuurstof geproduceerd. Het „overall” effect van een verandering van de temperatuur is niet altijd eenduidig.

Uit de figuren 7.25 t/m 7.27 is geen duidelijk verloop in de tijd waarneembaar. Berekeningen met het model OSTWAT zijn in verband met de in par. 6.1 genoemde factoren niet betrouwbaar en daarom niet uitgevoerd

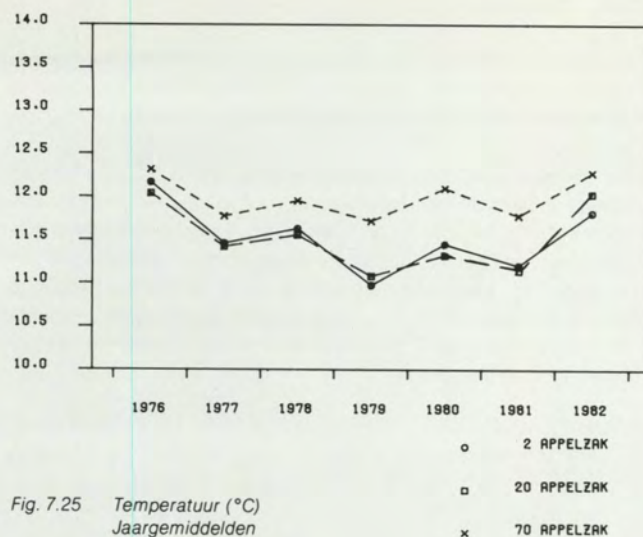


Fig. 7.25 Temperatuur (°C)
Jaargemiddelden

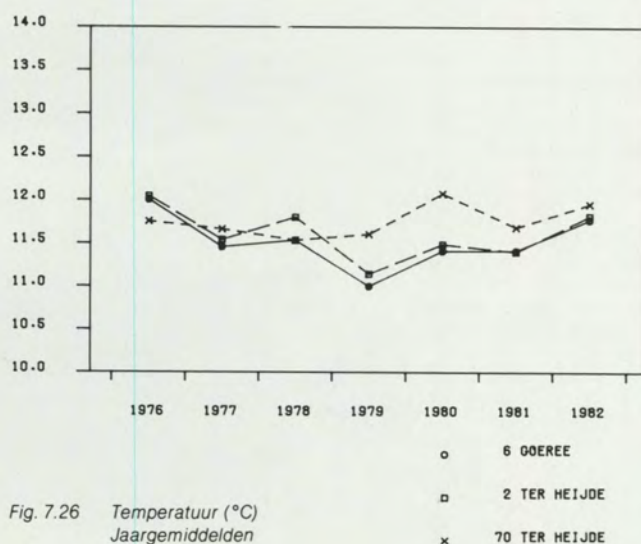


Fig. 7.26 Temperatuur (°C)
Jaargemiddelden

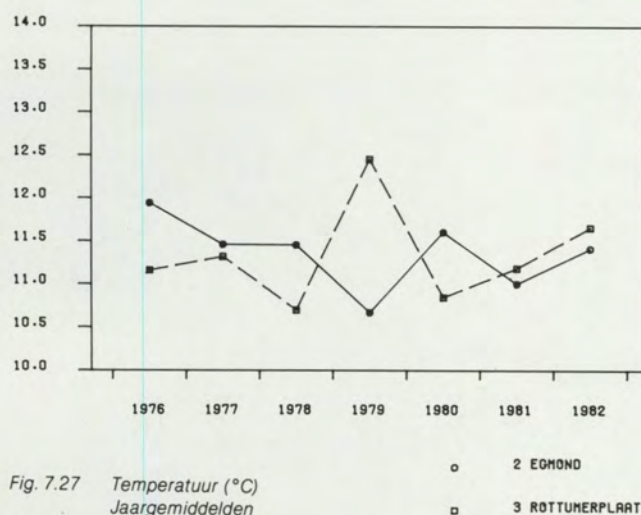


Fig. 7.27 Temperatuur (°C)
Jaargemiddelden

7.6. Zuurstofhuishouding

Het zuurstofgehalte in water is van een groot aantal factoren afhankelijk. Als eerste factor geldt de temperatuur, welke invloed heeft op de maximaal mogelijk oplosbare hoeveelheid zuurstof. Algemeen geldt dat hoe hoger de temperatuur is hoe minder zuurstof kan oplossen. Van negatieve invloed op deze fysische oplosbaarheid is het zoutgehalte (lit. 9).

Een niet-fysische factor die het zuurstofgehalte verlaagt vormt de aanwezigheid van niet-geoxideerde afbreekbare stoffen. De parameter BZV₅ (biochemisch zuurstofverbruik) geeft een indicatie van de hoeveelheden waarmee deze stoffen voorkomen. De BZV₅ wordt alleen in de strandmonsters geanalyseerd (fig. 7.28).

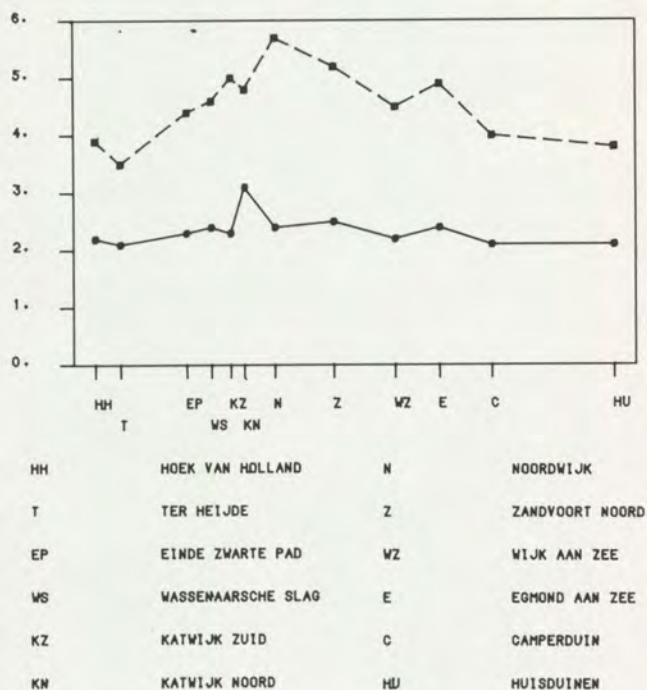


Fig. 7.28 Biochemisch zuurstofgebruik (mgO_2/l)
 O wintergemiddelden 1975-1982
 □ zomergemiddelden 1975-1982

De gehalten liggen op een laag niveau, waarbij seizoensinvloeden merkbaar zijn. 's Zomers is de BZV₅ namelijk ca. $2 \text{ mg O}_2/\text{l}$ hoger dan in de winter, voornamelijk ten gevolge van de aanwezigheid van algen.

Ook voor niet geoxideerde stikstofverbindingen (NH_4 en Kjd-N) wordt bij bacteriële oxidatie tot NO_3 zuurstof verbruikt. Hierdoor kan het zuurstofgehalte in het water dalen.

In het water aanwezige algen produceren onder invloed van zonlicht (dus overdag) zuurstof. 's Nachts vindt het omgekeerde proces plaats en wordt zuurstof aan het water onttrokken. Hierdoor zouden overdag de zuurstofgehalten op een hoger niveau kunnen liggen dan 's nachts. In fig. 7.29 zijn de kwartaalgemiddelde dag- en nacht - zuurstofverzadigingspercentages van het punt T₂ weergegeven (overdag: 8.00-20.00 uur en 's nachts: 20.00-8.00). Hieruit blijkt dat er geen significante verschillen waarneembaar zijn tussen de dag- en de nachtwaarden. Oorzaken zijn de vrij lage chlorofylgehalten op zee en de hoge reëratie (golven, getij, wind). Voor de strandlocaties was een dergelijke dag-nacht scheiding niet mogelijk omdat daar alleen overdag bemonsterd is.

Uit fig. 7.29 en 7.30 blijkt tevens dat geen uitzonderlijke variaties in de zuurstofverzadigingspercentages optreden.

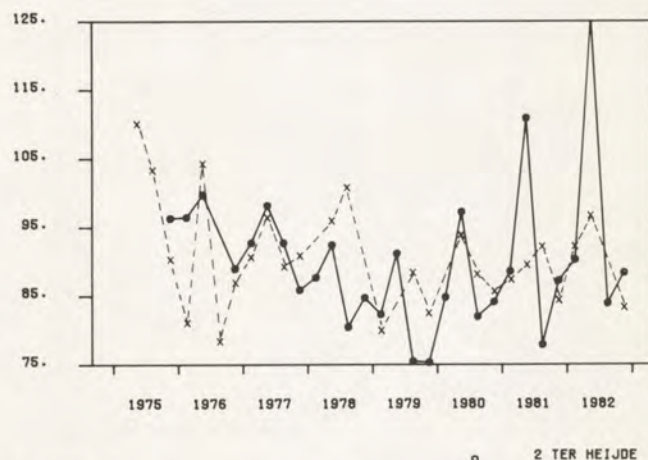


Fig. 7.29 Zuurstofverzadigingspercentage.
 O kwartaalgemiddelden overdag (08.00-20.00 uur)
 □ kwartaalgemiddelden 's nachts (20.00-08.00 uur)

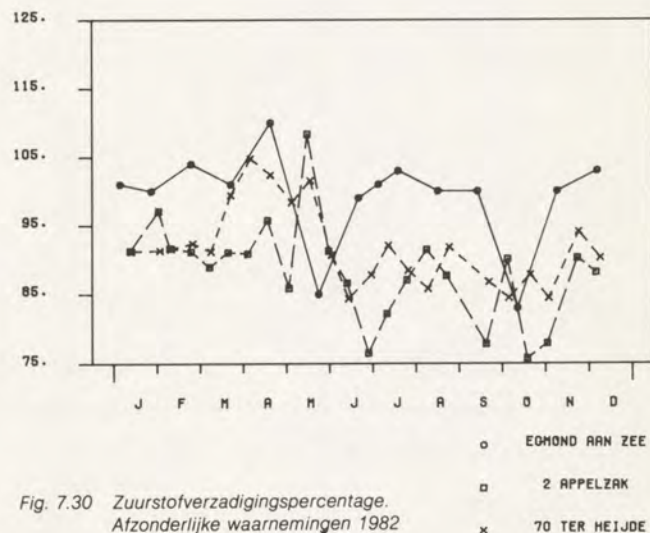


Fig. 7.30 Zuurstofverzadigingspercentage.
 Afzonderlijke waarnemingen 1982

Van de gepresenteerde punten A_2 , T_2 , T_{70} en Egmond aan Zee zijn de laagste percentages gemeten bij meetpunt A_2 , waarbij waarden kleiner dan 75% niet zijn waargenomen. Variaties in het verzadigingspercentage tussen 90% en 110% kunnen als natuurlijk worden aangemerkt.

Seizoensvariaties in het zuurstofgehalte zijn zichtbaar in fig. 7.31. Voornamelijk t.g.v. de invloed van de temperatuur worden 's winters hogere waarden gemeten dan 's zomers. Het zuurstofgehalte blijft op deze punten (A_2 , T_{70} en Egmond aan Zee) boven 6 mgO_2/l . Dicht onder de kust liggen de zuurstofgehalten op een iets hoger niveau (invloed saliniteit, branding, algen) dan verder van de kust hetgeen blijkt in fig. 7.32 en 7.33.

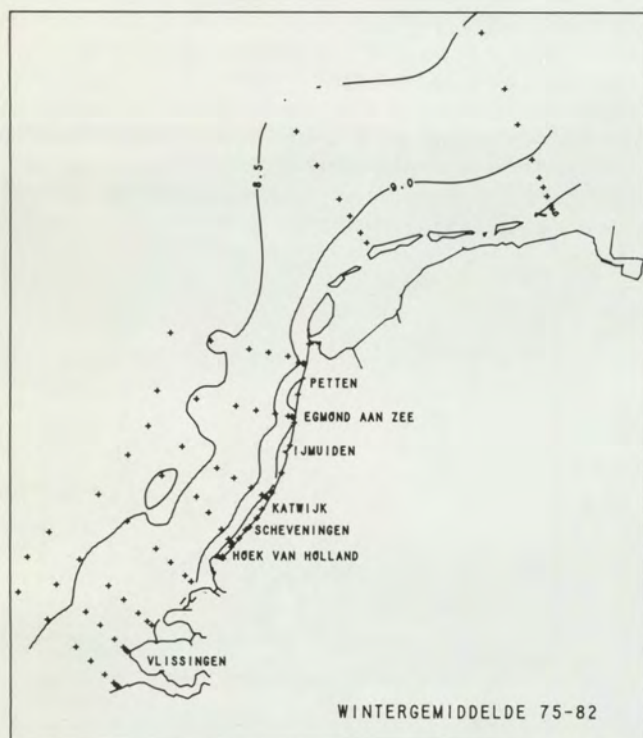


Fig. 7.32 Zuurstof (mgO_2/l)

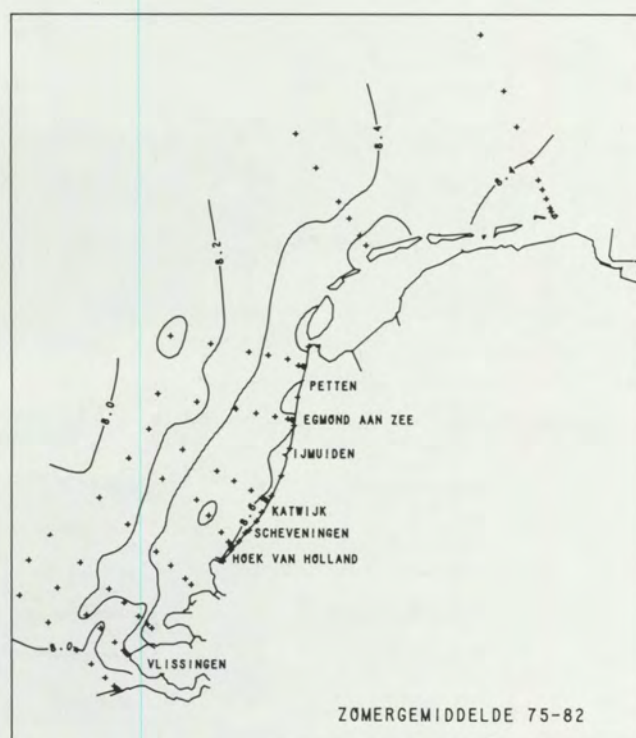


Fig. 7.33 Zuurstof (mgO_2/l)

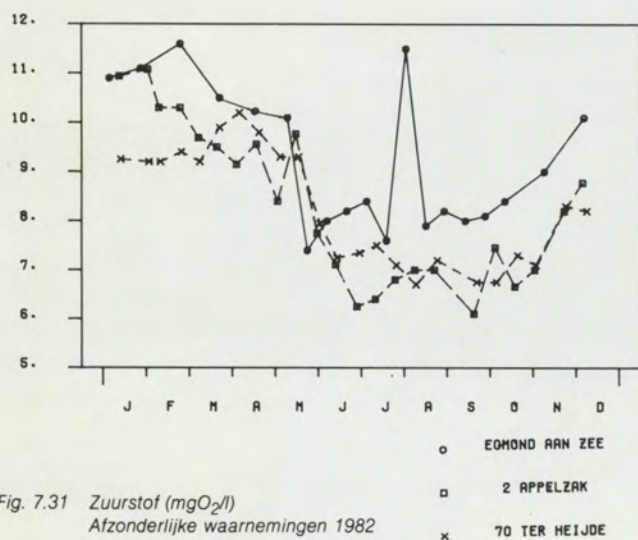


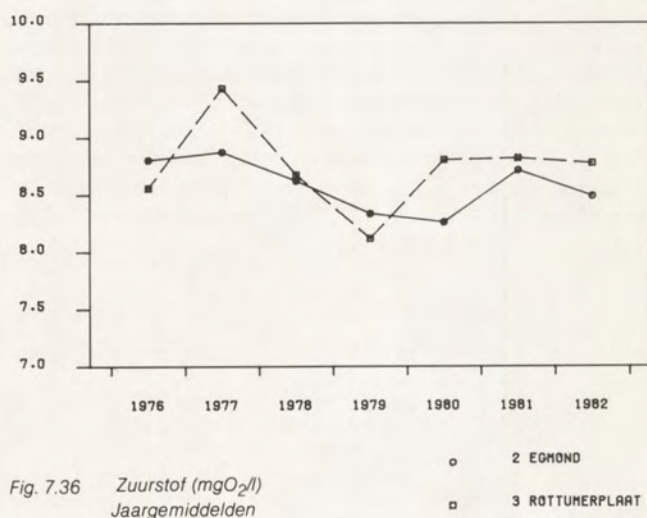
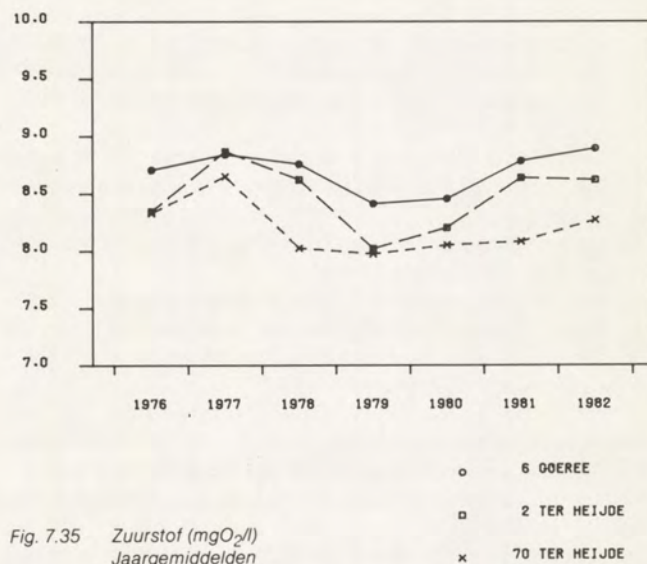
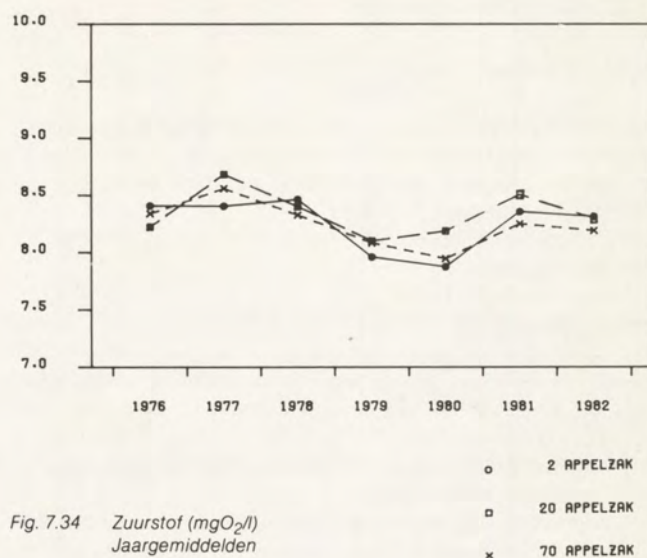
Fig. 7.31 Zuurstof (mgO_2/l)
Afzonderlijke waarnemingen 1982

De jaargemiddelde zuurstofgehalten in de figuren 7.34 t/m. 7.36 geven geen duidelijke trend in de tijd aan. Berekeningen met het model OSTWAT geven op de onderzochte punten een enigszins dalende trend aan (tabel 7.5). In het algemeen zijn deze trends niet significant. Ook voor de strandlokaties is geen daling of stijging waarneembaar.

Tabel 7.5 Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in het zuurstofgehalte op de punten A_2 , T_2 , T_{70} en R_3 in de periode 1976-1982.

Lokatie	Lin.trend (mg/l)	(%)	Sign.trend	Ondersch. vermogen(%)
A_2	-0,5	- 6	-	-
T_2	-0,2	- 3	-	-
T_{70}	-0,6	- 7	+	63
R_3	-0,6	- 7	-	-

Uit bijlage 2 blijkt dat in de periode 1980-1982 in meerdere gevallen niet voldaan werd aan de zuurstofnorm uit de concept „AMvB kwaliteitsdoelstelling schelpdierwater” (zuurstofgehalte absoluut ≥ 7 mg O_2/l). Van de getoetste lokaties S_1 , S_4 , S_{10} , G_6 en G_{10} blijken alleen G_6 en G_{10} in de gehele periode te hebben voldaan. Het is overigens niet uitgesloten dat de gehanteerde bemonsterings- en meettechniek een rol heeft gespeeld bij de onderschrijding van de norm.



7.7. Nutriëntenhuishouding

7.7.1. Algemeen

Nutriënten zijn anorganische voedingsstoffen (stikstof, fosfor en silicium). Ze ontstaan gedeeltelijk na mineralisatie van door de diverse bronnen aangevoerde organische verbindingen en zijn ook van nature in het zeewater aanwezig.

In het hiernavolgende worden de belangrijkste stikstof-, fosfor- en siliciumverbindingen besproken.

7.7.2. Stikstof

Stikstofverbindingen zijn in oppervlaktewateren aan een aantal biologische en chemische processen onderhevig. De belangrijkste van deze processen zijn:

- Ammonifikatie. Organisch gebonden stikstof wordt omgezet in ammoniumstikstof ($\text{NH}_4\text{-N}$).
- Ammoniak (NH_3) en $\text{NH}_4\text{-N}$ zijn met elkaar in evenwicht. Een stijging van de pH heeft een stijging van het gehalte aan het meer toxische NH_3 tot gevolg.
- Nitrifikatie. $\text{NH}_4\text{-N}$ wordt via het tussenliggende produkt nitrietstikstof ($\text{NO}_2\text{-N}$) door bacteriën omgezet in nitraatstikstof ($\text{NO}_3\text{-N}$). Dit is een proces dat zuurstof vereist. Voor de omzetting van 1 mg $\text{NH}_4\text{-N}$ is theoretisch 4,57 mg O_2 nodig. In zuurstof-arm water kan dit proces leiden tot anaërobie en stopt de nitrifikatie.
- Denitrifikatie. Denitrificerende bacteriën zetten $\text{NO}_3\text{-N}$ om in vrije stikstof (N_2) dat voor een belangrijk deel in de atmosfeer verdwijnt.

Stikstofverbindingen, met name $\text{NO}_3\text{-N}$, zijn belangrijke voedingsstoffen voor algen en bacteriën.

De som van de parameters $\text{NH}_4\text{-N}$ en organisch gebonden stikstof wordt Kjeldahlstikstof (Kjd-N) genoemd. Bij de bespreking van de diverse stikstofverbindingen worden alleen de resultaten van $\text{NH}_4\text{-N}$, org.geb-N en $\text{NO}_3\text{-N}$ gepresenteerd.

Langs de Hollandse stranden en ten zuiden van het mondingsgebied van de Westerschelde komen de hoogste gehalten aan stikstofverbindingen voor (fig. 7.37 t/m 7.39 t.a.v. meetpunt A_2 en fig. 7.46 t/m 7.54).

Oorzaak hiervan is de invloed van lozingen en rivieren, alsmede het feit dat deze gebieden gekenmerkt worden door hoge zwevende stofgehalten. Zo wordt de kwaliteit van het zwevende stofgehalte in de Appenzakraai naast lozingen beïnvloed door de klei-achtige (mineraalrijke) Vlaamse Banken en wordt de kwaliteit van het zwevende stof langs de stranden naast rivierafvoeren sterk beïnvloed door het sediment in het intergetijdegebied (aanspoeling detritus). De rivierinvloed is ook zichtbaar in fig. 7.40 t/m 7.42, waarin G_6 onder invloed staat van het Haringvliet en T_2 van de Nieuwe Waterweg. Bij T_{70} is geen invloed meer merkbaar. Vanaf het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg is in noordelijke richting een daling in het gehalte aan $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{NO}_3\text{-N}$ zichtbaar (fig. 7.40, 7.42, 7.43, 7.45, 7.49, 7.50, 7.53 en 7.54).

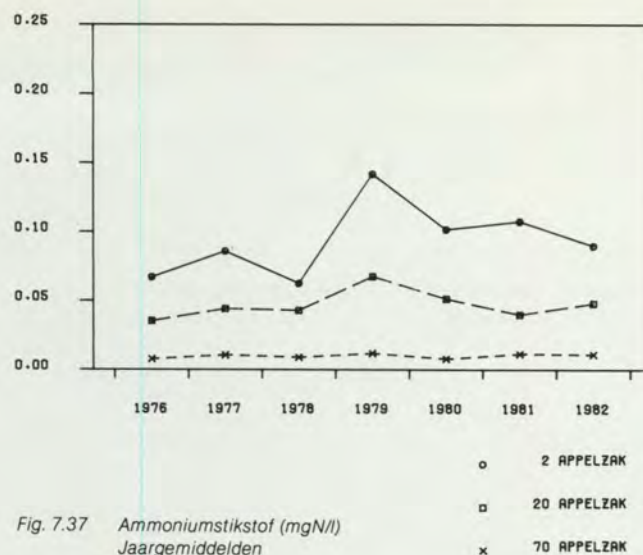


Fig. 7.37 Ammoniumstikstof (mgN/l) Jaargemiddelden

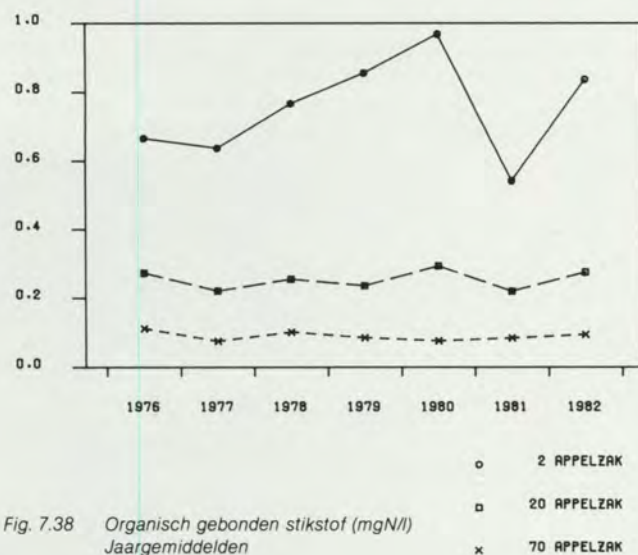


Fig. 7.38 Organisch gebonden stikstof (mgN/l) Jaargemiddelden

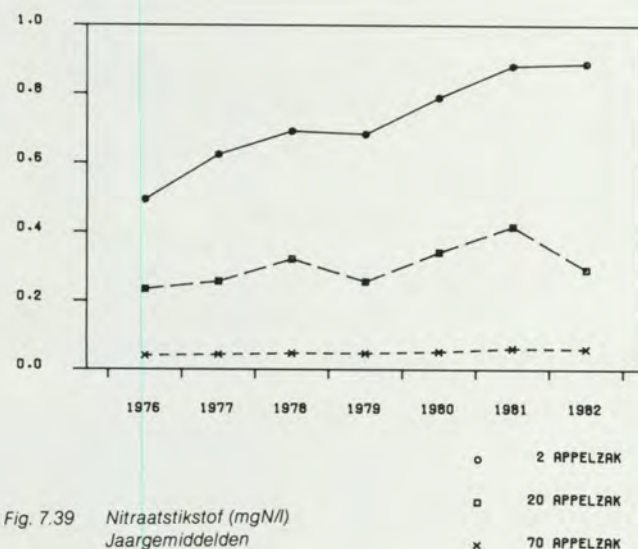
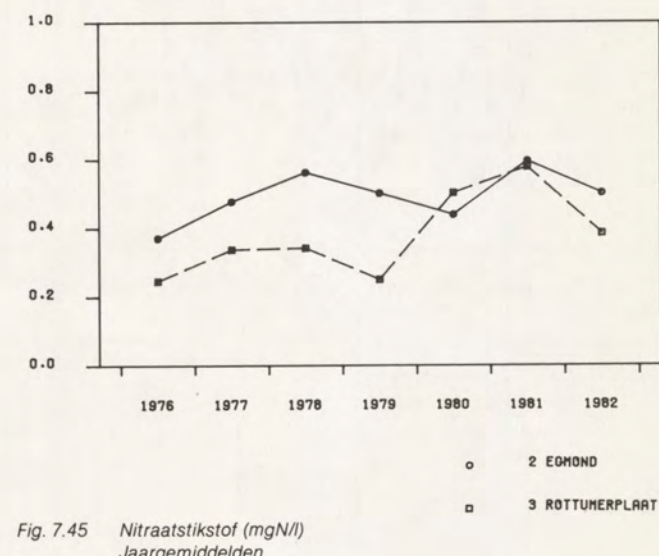
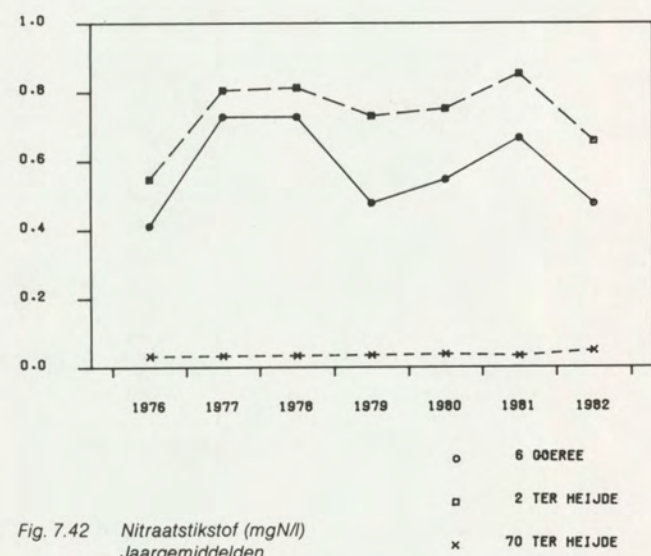
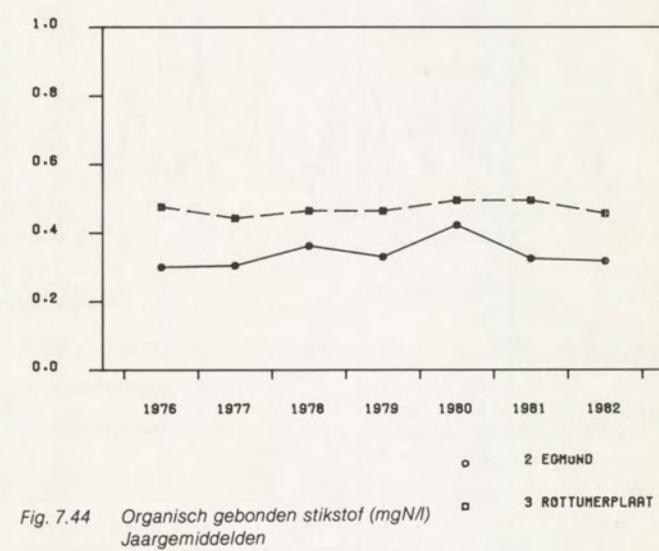
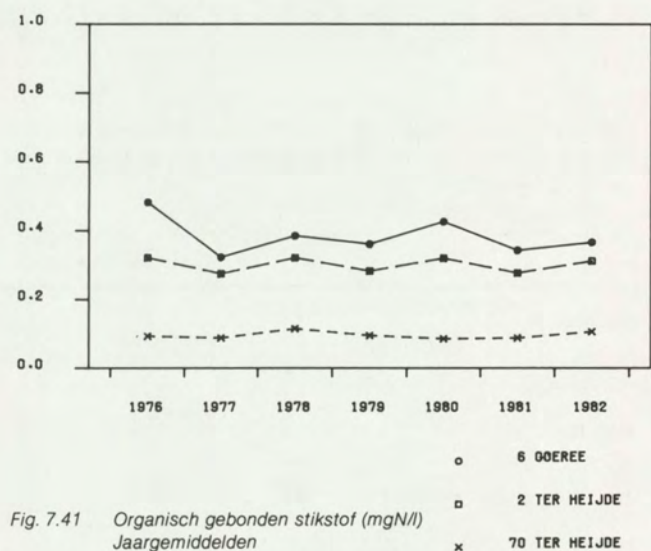
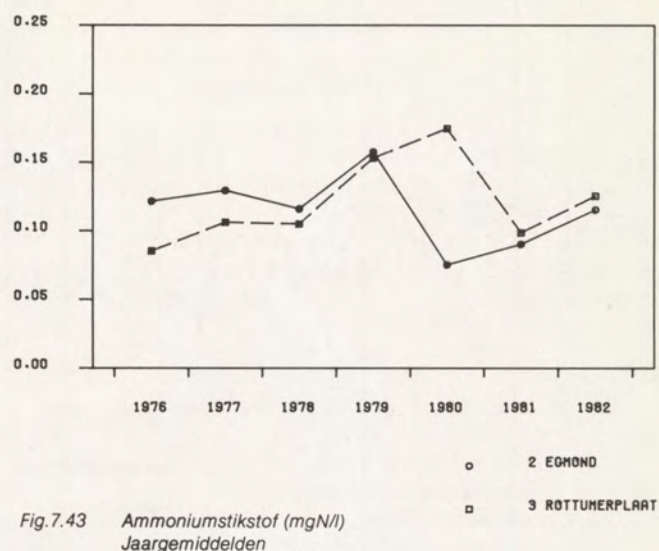
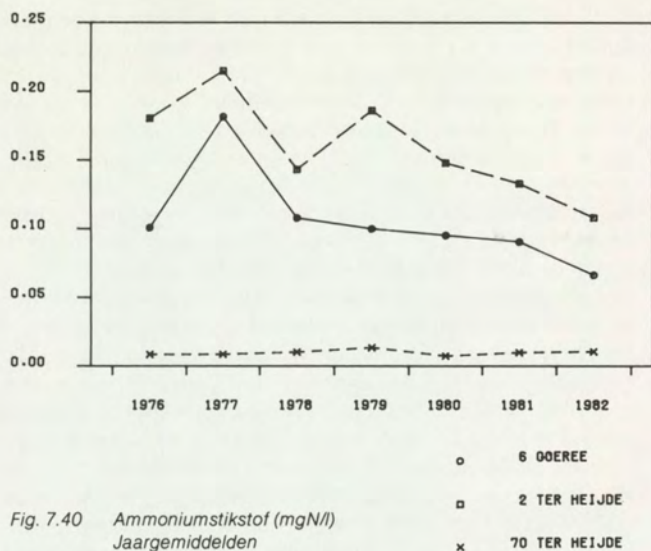


Fig. 7.39 Nitraatstikstof (mgN/l) Jaargemiddelden



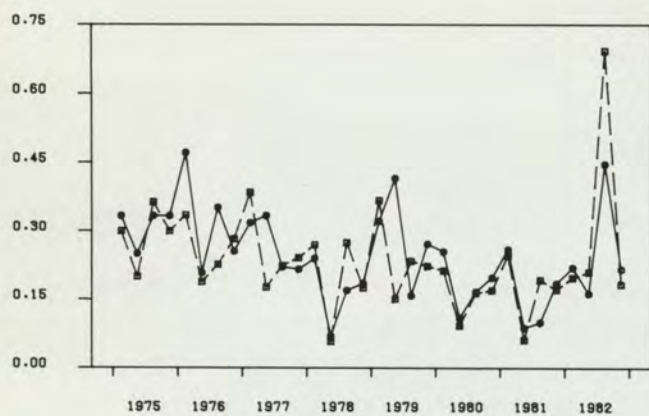


Fig. 7.46 Ammoniumstikstof (mgN/l)
Kwartaalgemiddelden

○ WASSENAARSCHÉ SLAG
□ EGMOND AAN ZEE

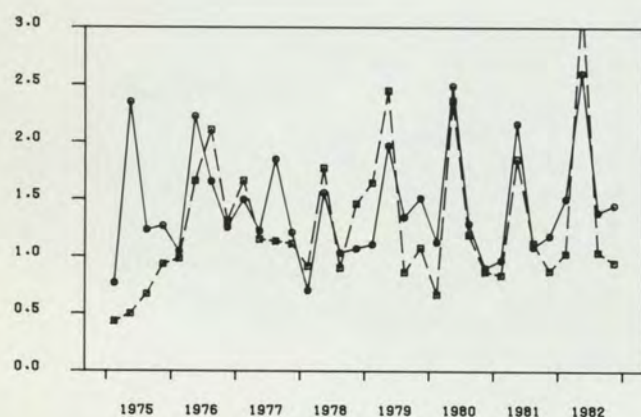


Fig. 7.47 Organisch gebonden stikstof (mgN/l)
Kwartaalgemiddelden

○ WASSENAARSCHÉ SLAG
□ EGMOND AAN ZEE

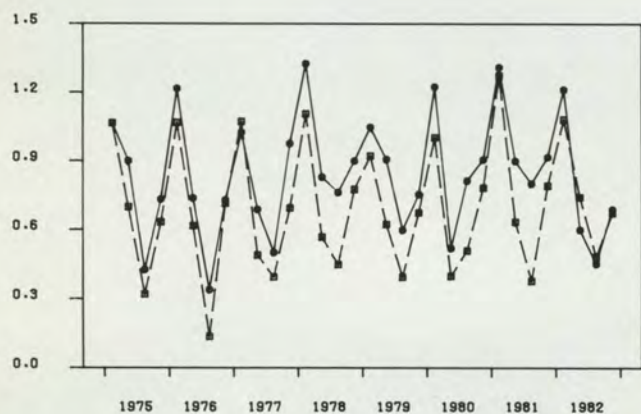


Fig. 7.48 Nitraatstikstof (mgN/l)
Kwartaalgemiddelden

○ WASSENAARSCHÉ SLAG
□ EGMOND AAN ZEE

Er zijn dus een tweetal stikstofgradiënten te onderscheiden. Eén gradiënt evenwijdig aan de kust en de andere loodrecht op de kust. De afname van de gehalten in de gradiëntrichtingen wordt veroorzaakt door verdunning t.g.v. bijmenging met water uit het Kanaal waarin lagere stikstofgehalten voorkomen, door sedimentatie en erosie en door biologische en chemische omzettingsprocessen.

Als gevolg van sneller verlopende processen en lagere aanvoer worden 's zomers lagere $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{NO}_3\text{-N}$ gehalten waargenomen dan in de winter (fig. 7.46, 7.48 t/m 7.50, 7.53 en 7.54). Het grootste deel van de stikstofbelasting vindt plaats via de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet (par. 4.7). Vanaf 1975 tot 1981 is het $\text{NH}_4\text{-N}$ gehalte in de Nieuwe Waterweg (meetpunt Maassluis) gedaald met ca. 50%. Ten aanzien van $\text{NO}_3\text{-N}$ zijn in deze periode nauwelijks veranderingen opgetreden. Voor punten in de directe invloedssfeer (punt T_2) van de Nieuwe Waterweg is hierdoor een procentuele daling van het ($\text{NH}_4\text{-N}$) gehalte te verwachten. Deze daling wordt bevestigd door fig. 7.40 en berekeningen met het model OSTWAT (tabel 7.6). Voor de overige onderzochte punten is geen significante verandering in de stikstofgehalten geconstateerd, waarbij opgemerkt moet worden dat geen OSTWAT-berekeningen voor T_{70} zijn uitgevoerd omdat in de meetreeksen gehalten kleiner dan de detectiegrenzen voorkwamen (zie ook par. 6.1). De detectiegrenzen van $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{NO}_3\text{-N}$ in zout water zijn resp. 0,003 mg/l en 0,01 mg/l.

Tabel 7.6 Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in org.geb.-N, $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{NO}_3\text{-N}$ op de punten A_2 , T_2 en R_3 in de periode 1976-1982.

Lokatie	Lin.trend (mg/l)	Sign.trend (%)	Onversch. vermogen(%)
org.geb.-N			
A ₂	- 0,11	- 14	-
T ₂	- 0,02	- 6	-
R ₃	0,09	+ 19	-
NH₄-N			
A ₂	0,02	+ 21	-
T ₂	- 0,14	- 84	99
R ₃	0,04	+ 30	-
NO₃-N			
A ₂	0,13	+ 18	-
T ₂	- 0,12	- 16	-
R ₃	- 0,11	+ 25	-

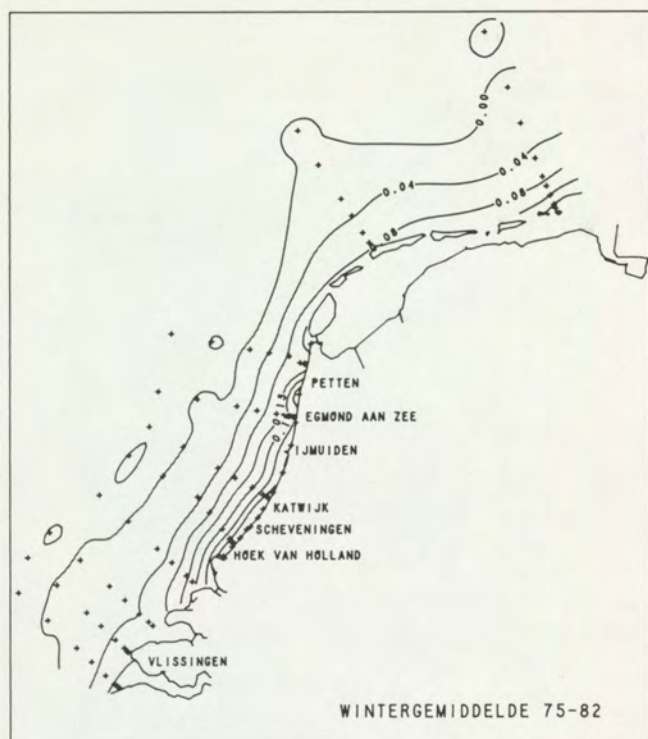


Fig. 7.49 Ammoniumstikstof (mgN/l)



Fig. 7.50 Ammoniumstikstof (mgN/l)

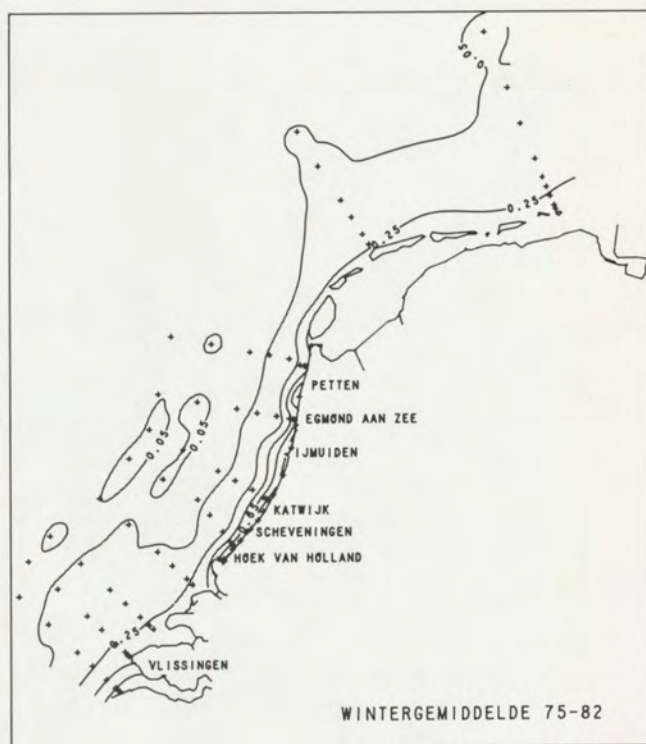


Fig. 7.51 Organisch gebonden stikstof (mgN/l)



Fig. 7.52 Organisch gebonden stikstof (mgN/l)

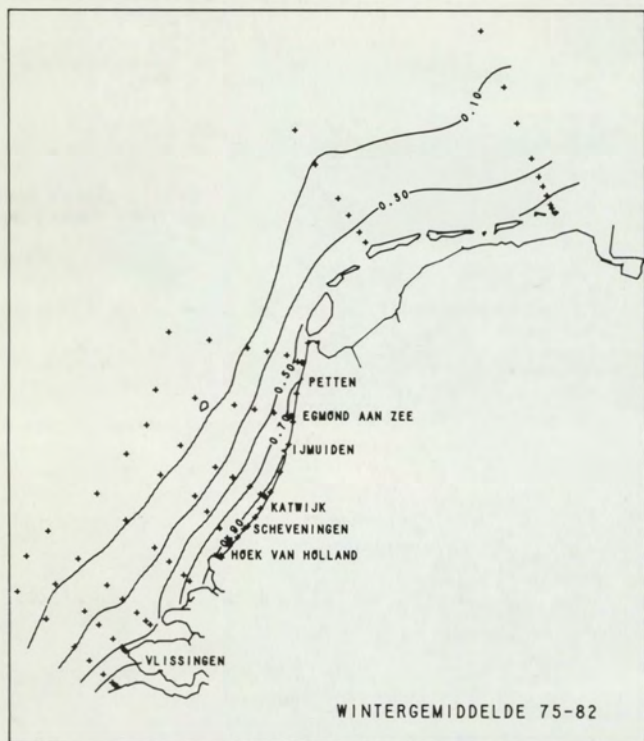


Fig. 7.53 Nitraatstikstof (mgN/l)

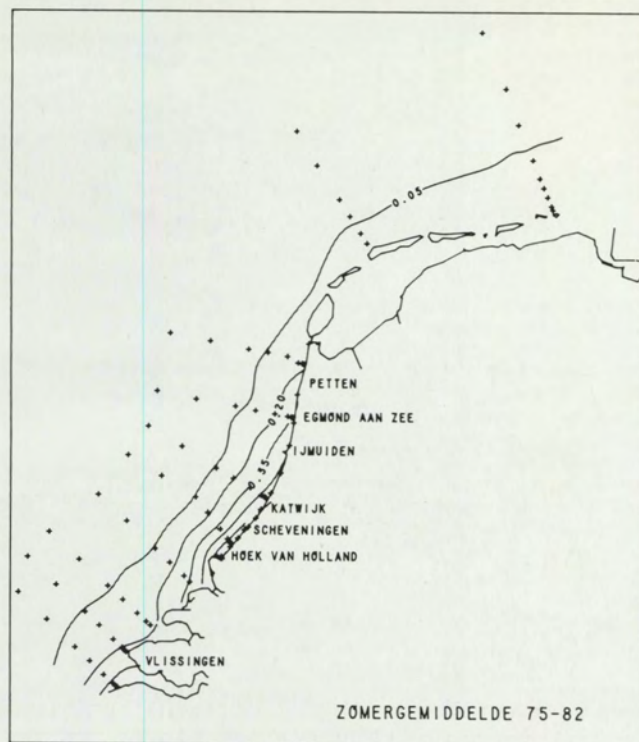


Fig. 7.54 Nitraatstikstof (mgN/l)

7.7.3. Fosfor

Fosforverbindingen komen in oppervlaktewateren voor in de vorm van anorganische en organische verbindingen. De anorganische verbindingen bestaan voornamelijk uit opgeloste en particulier gebonden orthofosfaten; de opgeloste fraktie van deze orthofosfaten wordt aangeduid met "o-PO₄-P". De overall parameter "t-PO₄-P" bestaat uit alle opgeloste en gebonden fosforverbindingen. In de figuren is, naast het o-PO₄-P gehalte, de verschilparameter particulier gebonden fosfaat (t-PO₄-P minus o-PO₄-P) gepresenteerd.

Fosforverbindingen zijn aan processen onderhevig waarvan de belangrijkste zijn:

- Mineralisatie. Organisch gebonden fosforverbindingen worden door bacteriën omgezet in het al dan niet oplosbare orthofosfaat.
- Sedimentatie en resuspensie. Een deel van de fosforverbindingen komt gebonden aan vaste deeltjes voor. In rustige gebieden kan sedimentatie optreden en verdwijnt het fosfor uit de waterfase; onder turbulente omstandigheden (inflow wind) kan het omgekeerde optreden, namelijk resuspensie.

Fosforverbindingen, met name het oplosbare o-PO₄-P, vormen voor algen en bacteriën een belangrijke voedingsstof.

De hoogste o-PO₄-P-gehalten komen voor langs de stranden en in de direkte invloedssfeer van de afvoer van de Nieuwe Waterweg. De gehalten in de Appelzakraai liggen op een lager niveau (fig. 7.55, 7.57 en 7.61).

De hoogste particulier gebonden PO₄-P gehalten komen voor in gebieden met hoge zwevende stofgehalten, namelijk in de Appelzakraai en langs de Hollandse stranden (fig. 7.56 en 7.62). Evenals bij stikstof kan ook hier de oorzaak worden gezocht in de samenstelling van het sediment en de zwevende stof (zie ook 7.7.2)

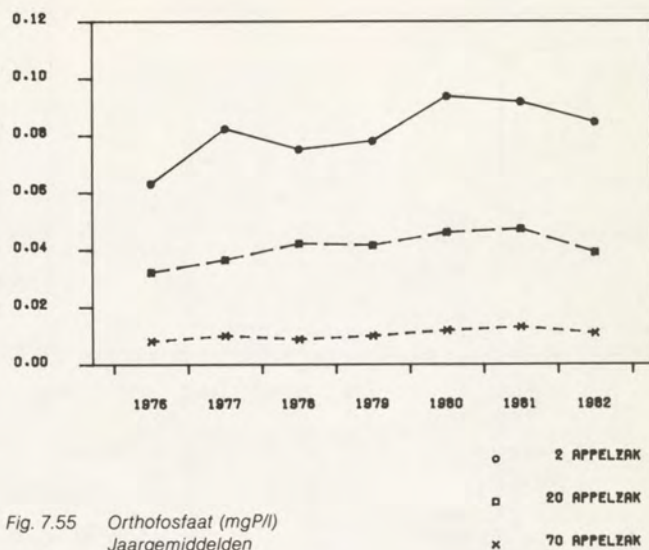


Fig. 7.55 Orthofosfaat (mgP/l)
Jaargemiddelden

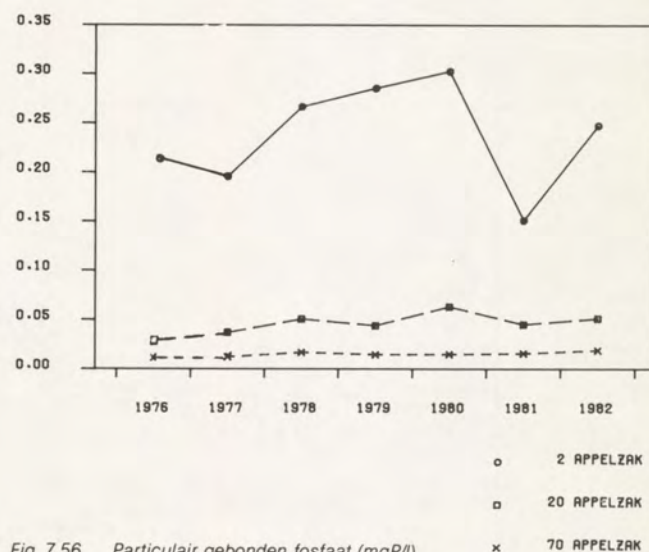


Fig. 7.56 Particulair gebonden fosfaat (mgP/l)
Jaargemiddelden



Fig. 7.57 Orthofosfaat (mgP/l)
Jaargemiddelden

○ 6 ODEREE
□ 2 TER HEIJDE
× 70 TER HEIJDE

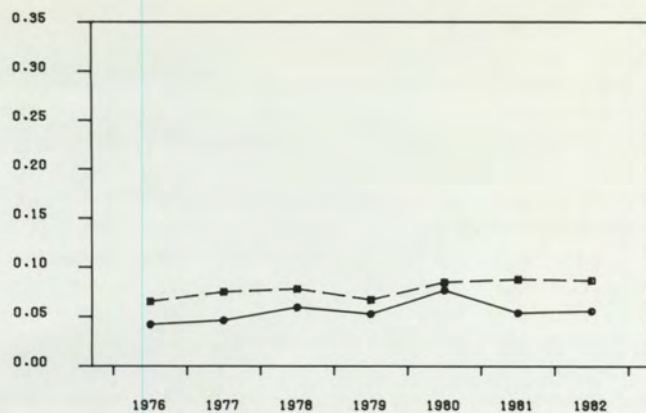


Fig. 7.60 Particulair gebonden fosfaat (mgP/l)
Jaargemiddelden

○ 2 EDMOND
□ 3 ROTTUMERPLAAT

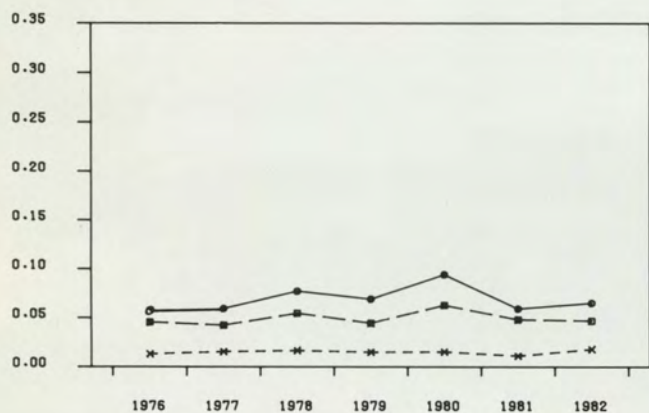


Fig. 7.58 Particulair gebonden fosfaat (mgP/l)
Jaargemiddelden

○ 6 ODEREE
□ 2 TER HEIJDE
× 70 TER HEIJDE

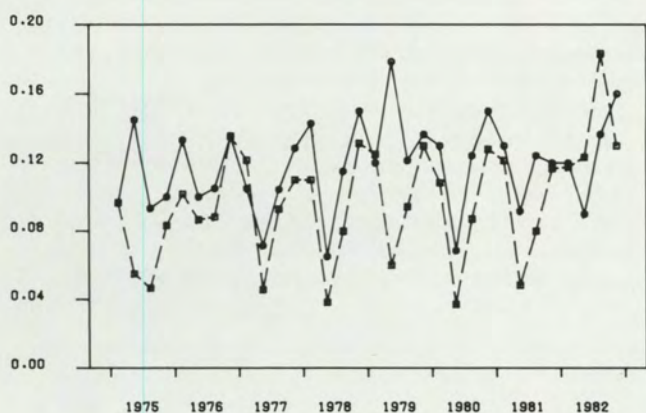


Fig. 7.61 Orthofosfaat (mgP/l)
Kwartaalgemiddelden

○ WASSENARSCHER SLAG
□ EDMOND AAN ZEE

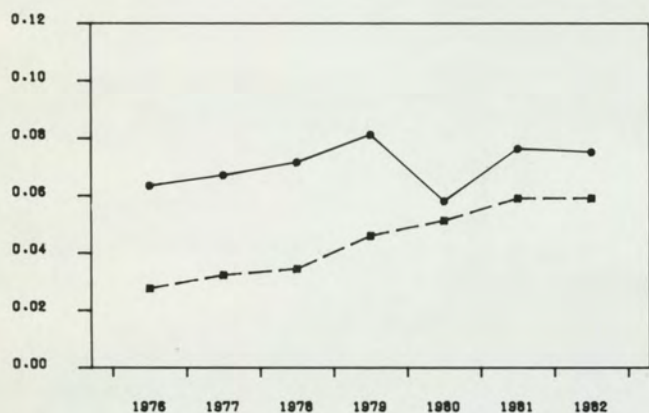


Fig. 7.59 Orthofosfaat (mgP/l)
Jaargemiddelden

○ 2 EDMOND
□ 3 ROTTUMERPLAAT

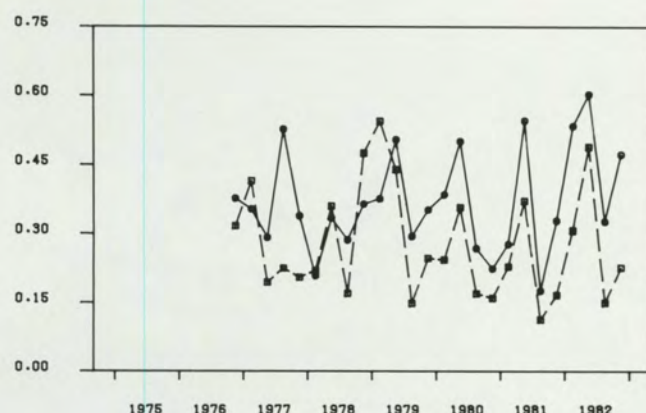


Fig. 7.62 Particulair gebonden fosfaat (mgP/l)
Kwartaalgemiddelden

○ WASSENARSCHER SLAG
□ EDMOND AAN ZEE



Fig. 7.63 Orthofosfaat (mgP/l)



Fig. 7.64 Orthofosfaat (mgP/l)



Fig. 7.65 Particulair gebonden fosfaat (mgP/l)



Fig. 7.66 Particulair gebonden fosfaat (mgP/l)

Als gevolg van een 's zomers verminderde aanvoer en grotere biomassa (opname door algen) zijn de $\text{o-PO}_4\text{-P}$ gehalten 's zomers lager dan in de winter (fig. 7.63 en 7.64). Bij het afsterven van algen komen in de wintermaanden weer fosfaatverbindingen vrij.

Het grootste deel van de fosfaatbelasting van het Nederlands deel van de Noordzee vindt plaats via de Nieuwe Waterweg. Andere belangrijke bronnen zijn de baggerspeciestortingen en de afvoer van het Haringvliet en de Westerschelde.

Tot het midden van de jaren 70 (ongeveer het begin van de verslagperiode van deze rapportage) zijn de gehalten in de Nieuwe Waterweg (meetpunt Maassluis) toegenomen om daarna nog nauwelijks te veranderen (lit. 8), hetgeen zichtbaar is voor het meetpunt T₂ in de directe invloedssfeer van de Nieuwe Waterweg (fig. 7.57 en 7.58). Ten gevolge van de geleidelijke toename van de afvoer in de jaren 1976-1982, neemt de fosfaatvrucht wel toe.

Het rekenmodel OSTWAT (tabel 7.7) geeft eveneens geen significante toe- of afname van o-PO₄-P en part.geb.-P voor meetpunt T₂.

Voor T₇₀ zijn geen OSTWAT-berekeningen uitgevoerd daar in de meetreeksen gehalten kleiner dan de detectiegrens voorkwamen (zie par. 6.1). De detectiegrens van o-PO₄-P is 0,003 mg/l.

OSTWAT berekent wel een significant stijgende trend voor o-PO₄-P op de meetpunten A₂ en R₃. Onduidelijk is of een verklaring moet worden gezocht in de belastingen of dat natuurlijke oorzaken een rol spelen. Opvallend is echter wel dat in de verslagperiode de o-PO₄-P gehalten in de Waddenzee (lit. 31) en de Eems-Dollard (par. 4.2) ook zijn toegenomen.

Tabel 7.7 Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in o-PO₄-P en part.geb.-P op de punten A₂, T₂ en R₃ in de periode 1976-1982.

Lokatie	Lin.trend		Sign.trend	Onversch.
	(mg/l)	(%)	(95%)	vermogen(%)
o-PO₄-P				
A ₂	0,03	+ 36	+	91
T ₂	0,01	+ 10	-	-
R ₃	0,04	+ 85	+	100
part.geb.-P				
A ₂	- 0,08	- 31	-	-
T ₂	- 0,01	- 21	-	-
R ₃	0,02	+ 30	-	-

7.7.4. Silicium

Silicium is een belangrijke voedingsstof voor kiezelalgen, de zogenaamde diatomeeën, die als eerste algensoort in het vroege voorjaar gaan bloeien. Silicium komt voor in opgeloste vorm (silicaten) en gebonden vorm (aan zwevend stof en opgenomen door organismen). In de verslagperiode zijn alleen de opgeloste silicaten geanalyseerd. Silicium is onderhevig aan dezelfde processen als stikstof en fosfor.

De siliciumgehalten zijn het hoogst in de kustwateren, voornamelijk als gevolg van de belasting door rivieren (lit. 2, 36). In het algemeen zijn de gehalten in de zomer lager dan in de winter (fig. 7.70 t/m 7.72). Belangrijkste oorzaken zijn de opname van opgelost silicium door diatomeeën in het voorjaar en de zomer en de verminderde aanvoer door de rivieren in deze periode.

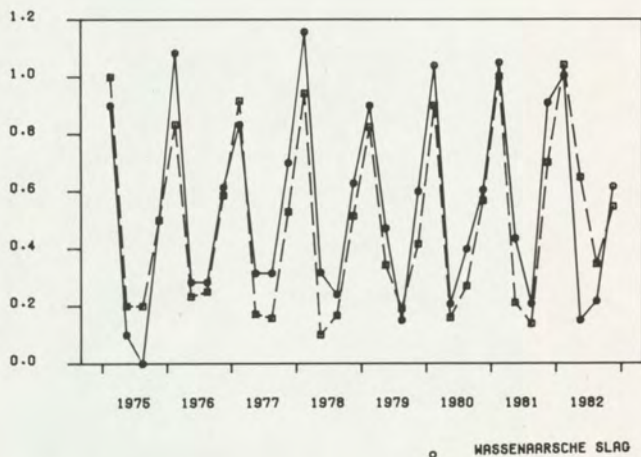


Fig. 7.70 Opgelost silicium (mgSi/l)
Kwartaalgemiddelden

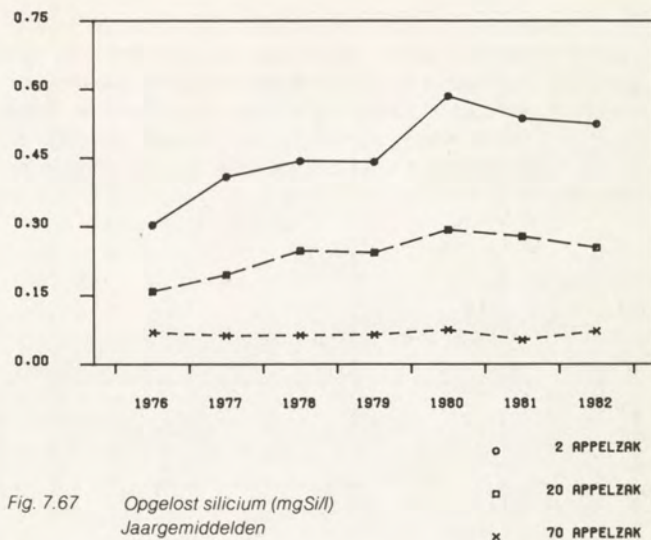


Fig. 7.67 Opgelost silicium (mgSi/l)
Jaargemiddelden

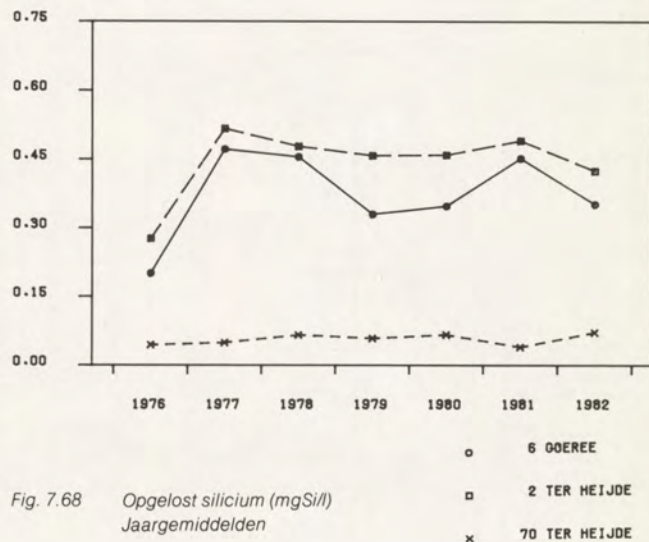


Fig. 7.68 Opgelost silicium (mgSi/l)
Jaargemiddelden

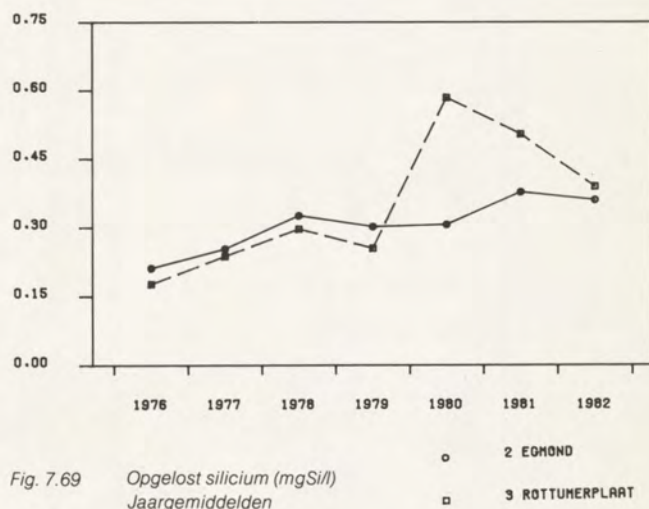


Fig. 7.69 Opgelost silicium (mgSi/l)
Jaargemiddelden

De jaargemiddelden geven voornamelijk veranderingen te zien voor de meetpunten dicht onder de kust (fig. 7.67 t/m 7.69). Volgens het rekenmodel OSTWAT is deze verandering alleen significant voor meetpunt R_3 (tabel 7.8). Evenals voor stikstof en fosfor zijn de OSTWAT-berekeningen van T_{70} niet uitgevoerd omdat in de meetreeksen gehalten kleiner dan de detectiegrens (0,006 mg/l) voorkwamen.

Tabel 7.8 Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in opgelost silicium op de punten A_2 , T_2 , en R_3 in de periode 1976-1982.

Lokatie	Lin.trend (mg/l)	(%)	Sign.trend	Ondersch. vermogen(%)
A_2	0,14	+29	—	—
T_2	—0,08	—17	—	—
R_3	0,33	+73	+	69

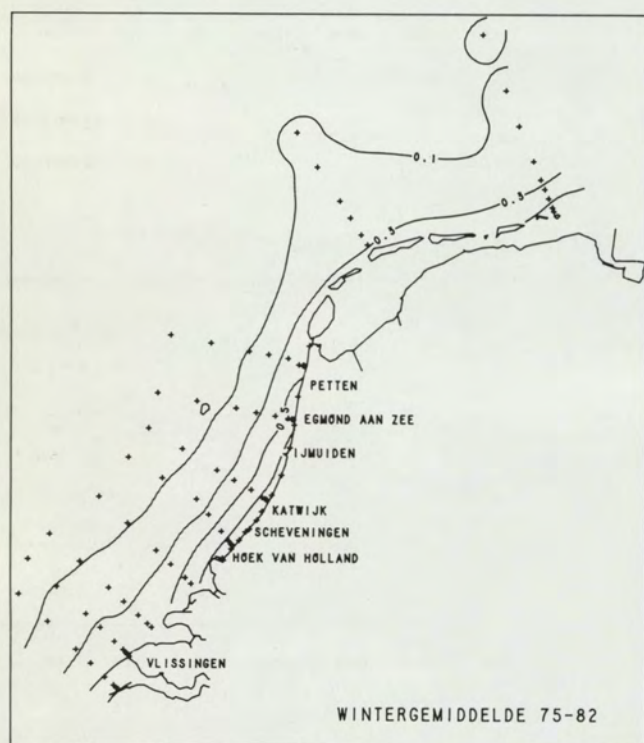


Fig. 7.71 Opgelost silicium (mgSi/l)

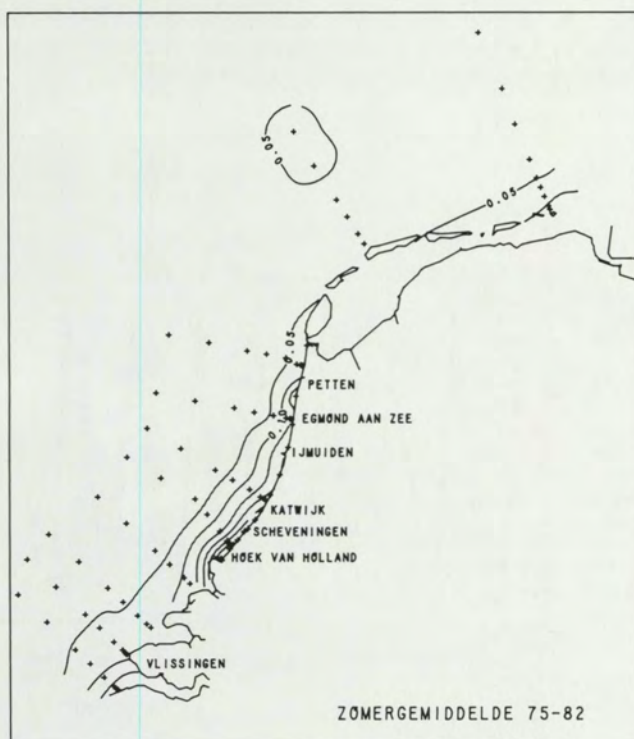


Fig. 7.72 Opgelost silicium (mgSi/l)

7.8. Eutrofiëringstoestand

7.8.1. Chlorofyl-a

Chlorofyl-a (één van de bladgroenpigmenten) is een essentieel bestanddeel van plantaardige organismen voor de fotosynthese. Het chlorofylgehalte is een parameter die een indruk geeft van de hoeveelheid algen in oppervlaktewater.

Orthofosfaat, nitraatstikstof en opgelost silicium zijn belangrijke voedingsstoffen voor algen. Deze stoffen zijn, vooral in het kustwater, in ruime mate aanwezig. Naast de voedingsstoffen hebben fysische factoren als temperatuur, zonlicht en stroming invloed op de algengroei, waardoor 's zomers de hoeveelheid algen groter is dan in de winter. Een remmende werking op de algengroei heeft de troebelheid van het water die de lichtindringing beperkt. Hierdoor kan het voorkomen dat in gebieden met veel voedingsstoffen (kustwater) vanwege de hoge troebelheid de algengroei beperkt blijft.

Tenslotte kunnen ook biologische factoren -zoals graas door zoöplankton- van invloed zijn op de hoeveelheid algen. De hogere gehalten in het kustwater en de seizoensvariëaties worden geïllustreerd door zomer- en wintergemiddelde isoconcentratiefiguren en een grafiek waarin voor 1 jaar (1982) de afzonderlijke waarden van 3 meetpunten, te weten Wassenaarsche Slag, A₂ en T₇₀, zijn uitgezet (fig. 7.73 t/m 7.75).

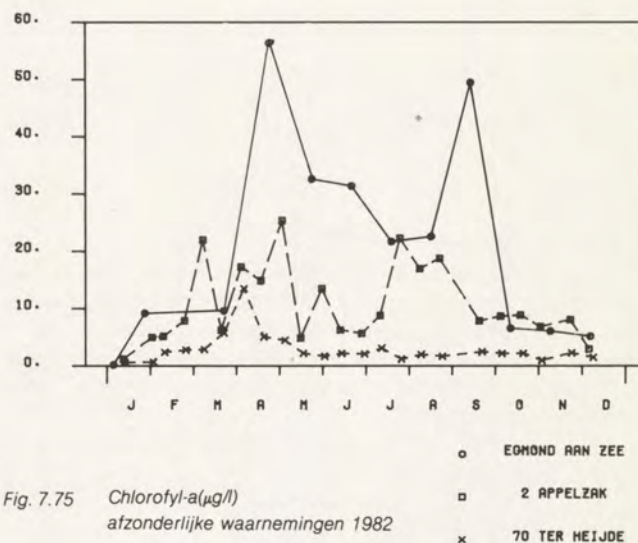


Fig. 7.75 Chlorofyl-a(µg/l)
afzonderlijke waarnemingen 1982



Fig. 7.73 Chlorofyl-a(µg/l)

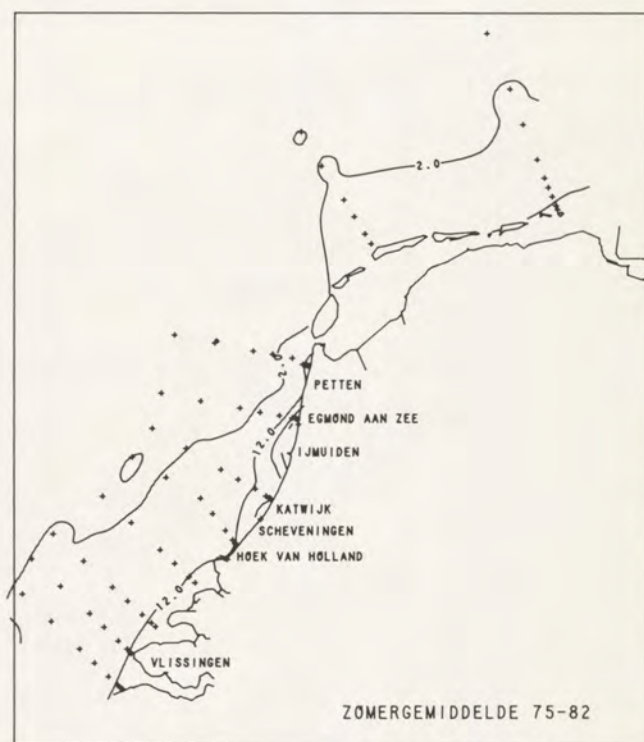


Fig. 7.74 Chlorofyl-a(µg/l)

Uit het verloop van de figuren 7.76 t/m 7.78 blijkt dat de chlorofyl-gehalten van jaar tot jaar sterk verschillen. Trends zijn alleen vastgesteld voor T₇₀ (stijging) en R₃ (daling, tabel 7.9).

Tabel 7.9 Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in het chlorofylgehalte op de punten A₂, T₂, T₇₀ en R₃ in de periode 1976-1982.

Lokatie	Lin.trend (µg/l)	(%)	Sign.trend	Ondersch. vermogen(%)
A ₂	-4,3	-41	-	-
T ₂	1,9	+28	-	-
T ₇₀	1,7	+73	+	50
R ₃	-6,4	-65	+	81

Omdat de jaargemiddelde nutriëntengehalten bij R₃ in de verslagperiode zijn gestegen, zou juist in dit gebied een stijging van het jaargemiddelde chlorofylgehalte verwacht worden.

Gezien de tegenstrijdigheden in grafieken en trends wordt in par. 7.8.3. ingegaan op relaties tussen enerzijds nutriënten en anderzijds chlorofyl-a en TOC.

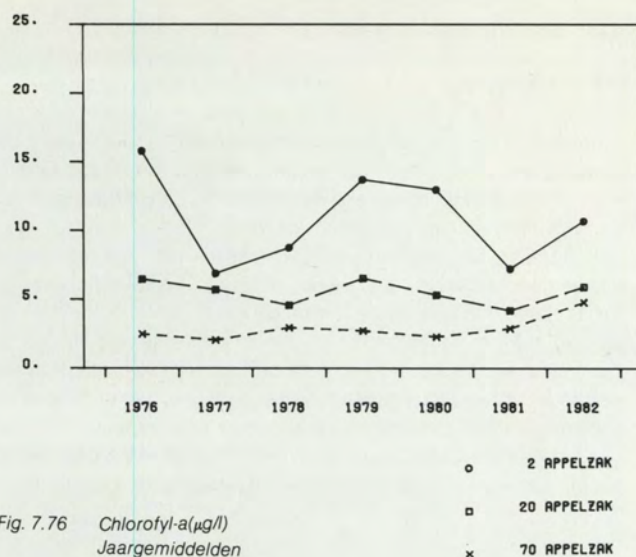


Fig. 7.76 Chlorofyl-a(µg/l)
Jaargemiddelden

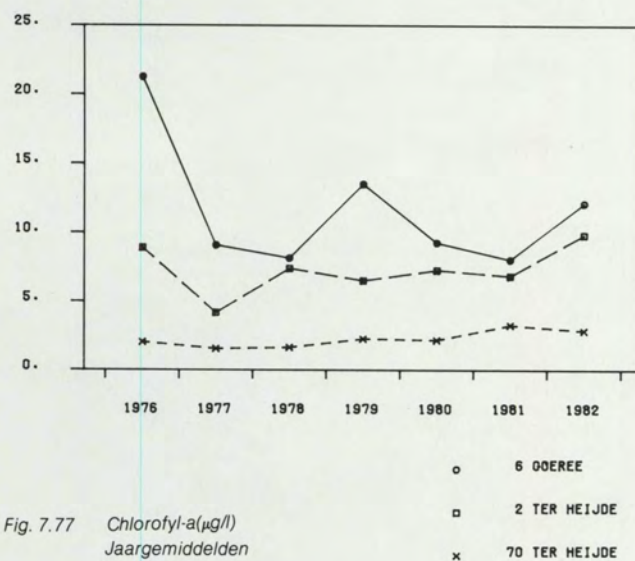


Fig. 7.77 Chlorofyl-a(µg/l)
Jaargemiddelden

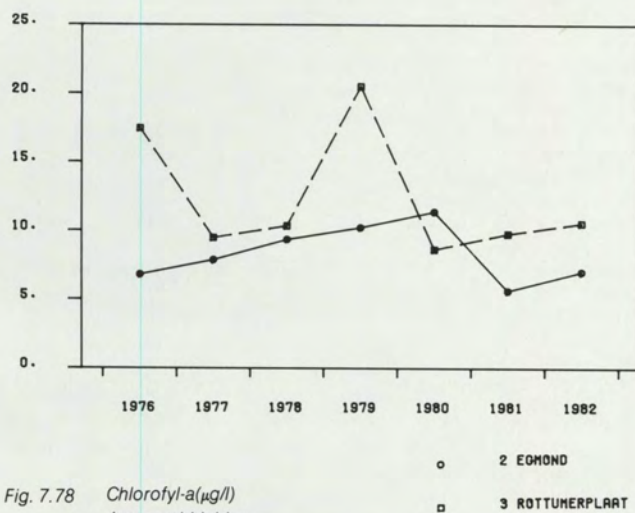


Fig. 7.78 Chlorofyl-a(µg/l)
Jaargemiddelden

7.8.2. TOC

Het TOC-gehalte (Total Organic Carbon) geeft een beeld van de hoeveelheid organisch gebonden koolstof in het water. Het overige deel van de koolstof komt gebonden in de vorm van kooldioxyde of carbonaten voor (anorganische binding). De organisch gebonden koolstof komt voor het grootste deel in organismen en detritus voor.

Hoge TOC-gehalten kunnen duiden op eutrofiëringsverschijnselen, terwijl in gebieden met een lage produktie het TOC-gehalte veelal laag is. Daarnaast speelt ook de aanvoer van organische stoffen, via bijvoorbeeld rivieren en baggerspecie, een rol.

Het chlorofylgehalte beïnvloedt de hoogte van het TOC-gehalte.

Een stijging van het chlorofylgehalte (toename van het aantal algen) houdt ook een stijging van het TOC-gehalte in. Andersom echter hoeft er geen relatie te bestaan. Een toename van het TOC-gehalte hoeft geen toename van het aantal algen in te houden, dus een stijging van het chlorofylgehalte, maar kan ook een verschuiving van algensoorten betekenen.

Dicht onder de kust worden de hoogste TOC-gehalten gemeten. Er is ook een seizoensvariatie aanwezig; 's zomers worden in het algemeen hogere gehalten waargenomen dan 's winters (fig. 7.79 en 7.80).



Fig. 7.79 Totaal organisch koolstof (mgC/l)



Fig. 7.80 Totaal organisch koolstof (mgC/l)

Uit de figuren 7.81 t/m 7.83 blijkt dat voor de gehele kust het jaar-gemiddelde TOC-gehalte sinds 1976 gestegen is. Volgens het rekenmodel OSTWAT blijkt dat deze stijging voornamelijk significant is in de gebieden ten noorden van de monding van de Nieuwe Waterweg (tabel 7.10). Onduidelijk is hierbij in hoeverre rivierafvoeren en baggerspeciéstoringen invloed hebben gehad op het verloop van het TOC-gehalte.

Tabel 7.10 Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in het TOC-gehalte op de punten A₂, T₂, T₇₀ en R₃ in de periode 1976-1982.

Lokatie	Lin.trend (mg/l) (%)	Sign.trend	Ondersch. vermogen(%)
A ₂	1,2 +16	—	—
T ₂	0,9 +21	+	80
T ₇₀	0,9 +32	+	77
R ₃	1,3 +22	+	92

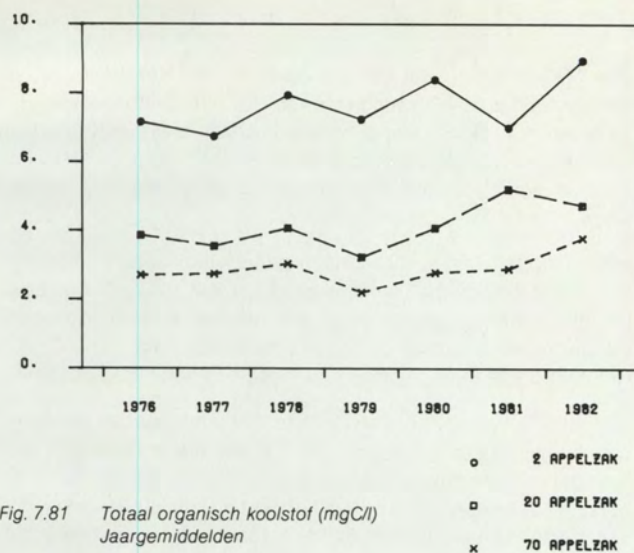


Fig. 7.81 Totaal organisch koolstof (mgC/l) Jaargemiddelden

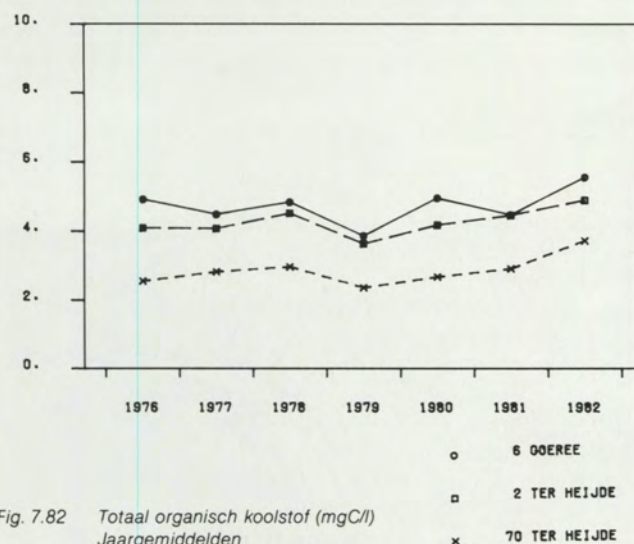


Fig. 7.82 Totaal organisch koolstof (mgC/l) Jaargemiddelden

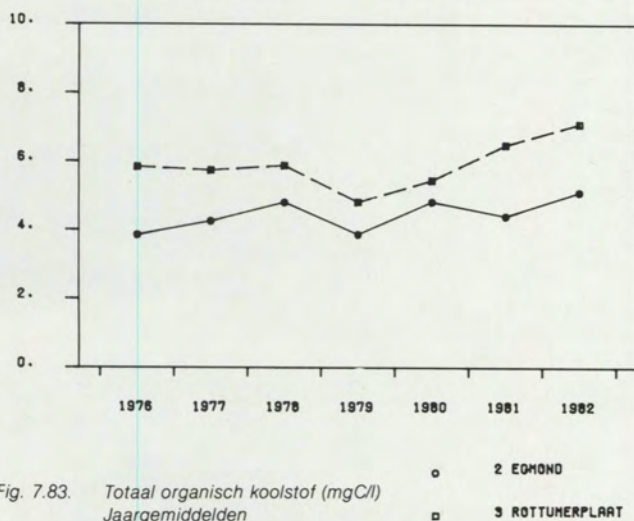


Fig. 7.83. Totaal organisch koolstof (mgC/l) Jaargemiddelden

7.8.3. Relaties tussen nutriënten, chlorofyl en TOC

Uit de paragrafen 7.8.1 en 7.8.2 is gebleken dat er relaties kunnen bestaan tussen enerzijds nutriënten en anderzijds chlorofyl en TOC. Aan de hand van regressieberekeningen worden in tabel 7.11 correlatiecoëfficiënten gegeven van de diverse aan elkaar gecorreleerde reeksen.

Tabel 7.11 Correlatiecoëfficiënten van nutriëntengehalten met TOC en chlorofyl op de lokaties A₂, T₂, T₇₀ en R₃. (Voor deze berekeningen zijn alle afzonderlijke waarnemingen uit de periode 1975-1982 gebruikt, zodat iedere coëfficiënt is berekend op basis van 140-170 getallenparen.)

		NH ₄ -N	NO ₃ -N	o-PO ₄ -P	Si
chlorofyl	A ₂	-0,15	-0,03	-0,44	-0,27
	T ₂	-0,37	0,25	0,38	-0,37
	T ₇₀	-0,10	-0,13	-0,13	-0,23
	R ₃	-0,43	-0,25	-0,43	-0,38
TOC	A ₂	0,23	0,49	0,25	0,48
	T ₂	-0,18	0,07	-0,13	-0,05
	T ₇₀	-0,07	-0,14	-0,17	-0,08
	R ₃	-0,28	-0,11	-0,08	-0,12

De correlatiecoëfficiënten van nutriënten met chlorofyl zijn in het algemeen meer significant dan die met TOC (bij de gecorreleerde aantallen getallenparen geldt een correlatiecoëfficiënt die absoluut groter is dan 0,16 als significant).

Er blijkt een negatieve relatie te bestaan tussen de nutriëntengehalten en het chlorofylgehalte, dat wil zeggen bij een toename van het chlorofylgehalte nemen de nutriëntengehalten af. Deze relatie met nutriënten is voor TOC minder duidelijk.

Voor primaire produktie zijn nutriënten nodig. Daar volgens Franz (lit. 36) de aanvoer van nutriënten van buitenaf veel trager is dan de consumptie bij de primaire produktie, dalen in voorjaar en zomer de nutriëntengehalten. Bovendien is de aanvoer door de rivieren 's zomers lager.

Na verloop van tijd stagneert de groei door beperking van (één van) de nutriënten. Verondersteld wordt dat hoe hoger de nutriëntengehalten zijn voorafgaand aan een periode van algengroei, hoe meer algen in deze periode zullen voorkomen.

Uit lit. 2 is af te leiden dat in het vroege voorjaar de beschikbare hoeveelheid licht de start van de algengroei bepaalt. In open zee begint de groei eind februari en in het troebeler kustwater enkele weken later. Ver uit de kust zou silicium en dicht onder de kust zou de lichtindringing de limiterende factor zijn voor de eerste (diatomeeën)bloei. In de zomer zou fosfaat de limiterende factor vormen voor algenbloei in het Nederlandse kustwater.

Het enigszins stijgen van de jaargemiddelde nutriëntengehalten (voornamelijk o-PO₄-P) in combinatie met het enigszins stijgen van het jaargemiddelde TOC-gehalte en het uitblijven van een stijging in het jaargemiddelde chlorofylgehalte maken duidelijk dat geen uitspraken gedaan kunnen worden inzake de ontwikkeling van de eutrofiëringssituatie van het Nederlandse deel van de Noordzee. De sterke variaties in ruimte en tijd en de complexe invloed van licht, temperatuur, nutriënten, troebelheid en diepte geven aan dat er nog veel onderzoek nodig is om de relaties tussen nutriënten en algen te kunnen begrijpen.

7.9. Thermotolerante bacteriën van de coligroep

Voor de beoordeling van de bacteriologische waterkwaliteit worden door Rijkswaterstaat de thermotolerante bacteriën van de coligroep als belangrijkste indicator gebruikt.

De thermotolerante bacteriën van de coligroep bestaan voor het grootste deel uit *Escherichia*-colibacteriën (*E. coli*'s). Aanwezigheid van *E. coli*'s kan duiden op besmetting van het water met pathogene organismen afkomstig van mens en/of warmbloedige dieren, waardoor het water bijvoorbeeld voor recreatieve doeleinden ongeschikt kan zijn. Alleen de strandmonsters worden op *E. coli*'s onderzocht.

Figuur 7.84 geeft een kwartaalgemiddeld beeld van het verloop van de thermotolerante colibacteriën in de tijd op de lokaties Wassenarsche Slag en Egmond aan Zee.

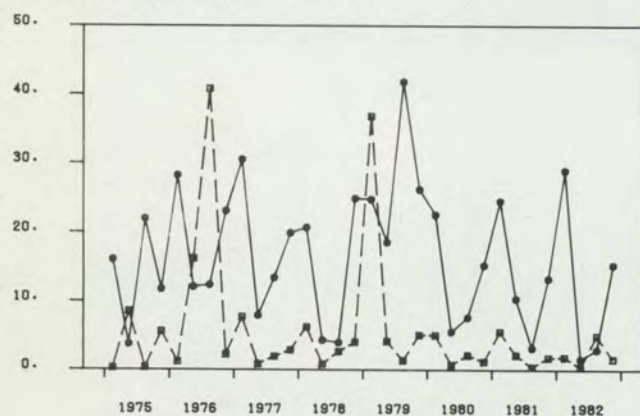


Fig. 7.84 Thermotolerante bacteriën van de coligroep (MPN/ml)
Kwartaalgemiddelden

De (gemiddelde) aantallen bacteriën op de eerstgenoemde lokatie blijken enkele malen hoger te zijn dan op de laatst genoemde. Dit kan vooral toegeschreven worden aan de lozingen van ongezuiverd effluent en slijk van de mechanische RZI „Houtrust” van Den Haag (belasting 1981/1982 ca. 1,1 miljoen i.e.). Daarnaast doet zich ook de invloed van de Nieuwe Waterweg en mogelijk van de baggerspeciëstoringen op Loswal Noord gelden. Over het traject Noordwijk-Huisduinen is een dalende gradiënt waarneembaar (fig. 7.85).

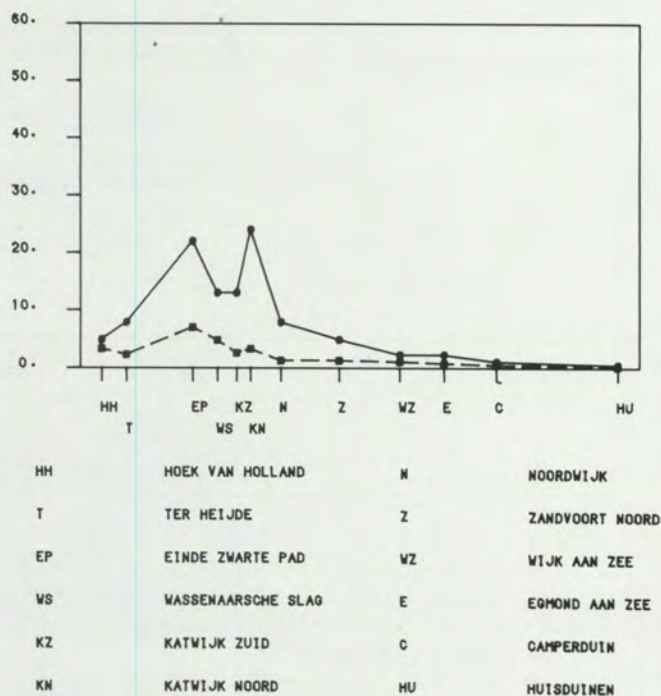


Fig. 7.85 Thermotolerante bacteriën van de coligroep (MPN/ml)
O wintermedianen 1975-1982
□ zomermedianen 1975-1982



Luchtopname van de strandrecreatie bij Hoek van Holland (foto: Directie Noordzee)

De hoge piekwaarden bij Katwijk-Noord kunnen verklaard worden uit de ongunstige ligging van dit meetpunt (vrijwel in de monding van het Uitwateringskanaal). De aantallen bacteriën variëren sterk waarbij een seizoensinvloed aanwezig is. Als gevolg van een snellere afsterving zijn 's zomers de aantallen bacteriën lager dan in de winter.

Een duidelijke trend in de tijd is niet aanwezig, wat wordt bevestigd door berekeningen met het model OSTWAT (tabel 7.12).

Tabel 7.12. Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in de aantallen thermotolerante bacteriën van de coligroep op de punten Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee in de periode 1976-1982.

lokatie	Lin.trend (MPN/ml) (%)	Sign.trend	Ondersch. vermogen (%)
Wassenaarsche Slag	-5,6 - 105	-	-
Egmond aan Zee	-0,8 - 6	-	-

De bepaling van E-coli's vindt plaats door gistingsproeven van diverse verdunningen van het monster op een Eijkman-lactose medium (44,5°C). Het meest waarschijnlijke aantal (MPN) bacteriën wordt bepaald uit de tabel volgens De Man aan de hand van het aantal buizen dat een positieve reactie vertoont (gasontwikkeling in de buisjes).

In zoute en brakke wateren (en ook sommige typen zoet water) kan beïnvloeding door andere bacteriën voorkomen waardoor de bepalingen in het Eijkman-medium grote afwijkingen kunnen geven. Daarom vinden sinds 1981 bevestigingsreacties plaats ten einde na te gaan of de verkregen resultaten juist zijn.

Het toepassen van bevestigingsreacties heeft een significante daling in de gemeten aantallen veroorzaakt sinds 1981. Uit correlatieberekeningen is gebleken dat de afwijkingen voornamelijk in het gebied onder de 15 MPN/ml liggen, waarbij de aantallen zonder bevestigingsreacties gemiddeld 1 MPN/ml hoger zijn dan met bevestigingsreacties. De waarden kleiner dan 15 MPN/ml, waargenomen voor 1981, liggen dan ook gemiddeld 1 MPN/ml te hoog. Door de sterk wisselende gehalten in het oppervlaktewater kan de mediaan sterk van het gemiddelde afwijken. Een en ander wordt geïllustreerd aan de hand van tabel 7.13 waarin over de periode 1975-1982 jaargemiddelden en -medianen zijn weergegeven van de meetpunten Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee

De E-coligehalten op de strandlocaties blijken in de meeste gevallen te voldoen aan de waterkwaliteitsdoelstelling zwemwater (zomermediaan ≤ 3 MPN/ml). In bijlage 1 zijn de toetsresultaten vermeld van de locaties Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee over de periode 1980-1982. Hierbij voldeed alleen het meetpunt Wassenaarsche Slag in 1980 niet aan de norm voor E-coli's in zwemwater.

		1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Wassenaarsche Slag	mediaan	6,1 (73)	7,9 (51)	12,0 (50)	4,9 (47)	13,0 (49)	7,9 (46)	7,0 (49)	3,3 (19)
	gemiddeld	13,4	19,7	18,1	13,7	28,0	13,4	12,8	10,0
	maximum	230	130	130	170	330	70	79	92
Egmond aan Zee	mediaan	0,28 (8)	1,30 (23)	1,70 (27)	1,30 (24)	2,25 (24)	1,30 (24)	0,70 (25)	0,79 (17)
	gemiddeld	3,4	15,1	3,2	3,5	9,0	2,3	2,5	2,6
	maximum	17	240	17	13	130	13	24	24

Tabel 7.13 Overzicht van jaargemiddelden en -medianen van de thermotolerante bacteriën van de coligroep op de stations Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee, periode 1975-1982. Tussen haakjes het aantal waarnemingen.

7.10. IJzer

IJzer is een sporelement en komt van nature in het zeewater en sediment voor.

IJzer wordt alleen in totaal vorm bepaald; deze bepaling vindt sinds 1975 plaats op alle zeelokaties en sinds 1982 ook op de strandlokalities Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee.

Als belangrijkste post voor de ijzer-immissie van het Nederlandse deel van de Noordzee gelden de baggerspeciestortingen (hoofdstuk 4).

De hoogste ijzergehalten worden dicht onder de kust in de Appenzakraai en langs het strand waargenomen (fig. 7.86, 7.90 en 7.91). Voor het meetpunt Egmond aan Zee zouden de Hoogovens van invloed kunnen zijn. In het algemeen komen 's winters hogere waarden voor dan 's zomers. Belangrijkste oorzaak zijn de hogere zwevende stofgehalten in de winter, waaraan ijzer rijkelijk gebonden voorkomt.

De figuren van de ijzergehalten (fig. 7.86 t/m 7.88) komen in grote lijnen overeen met de figuren van de zwevende stofgehalten (fig. 7.11 t/m 7.13).

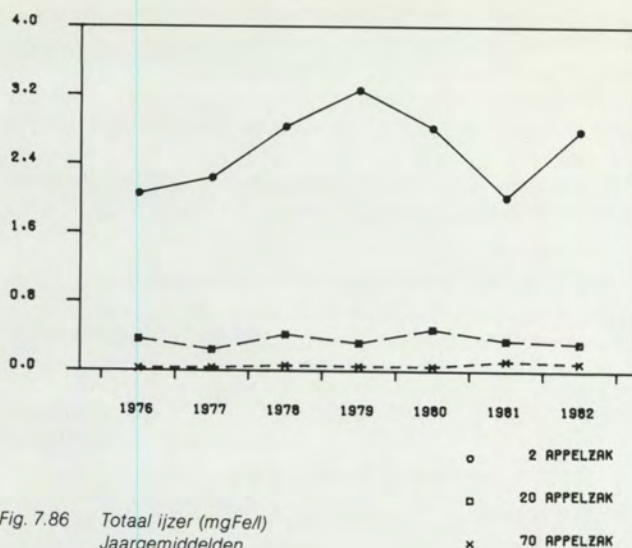


Fig. 7.86 Totaal ijzer (mg Fe/l)
Jaargemiddelden

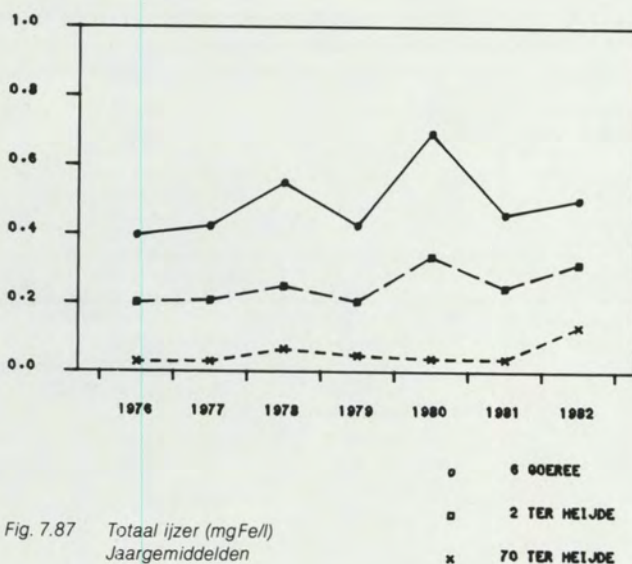


Fig. 7.87 Totaal ijzer (mg Fe/l)
Jaargemiddelden

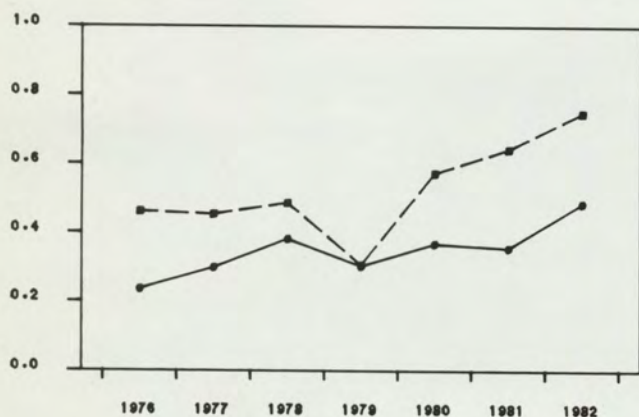


Fig. 7.89 Totaal ijzer (mg Fe/l)
Afzonderlijk waarnemingen 1982

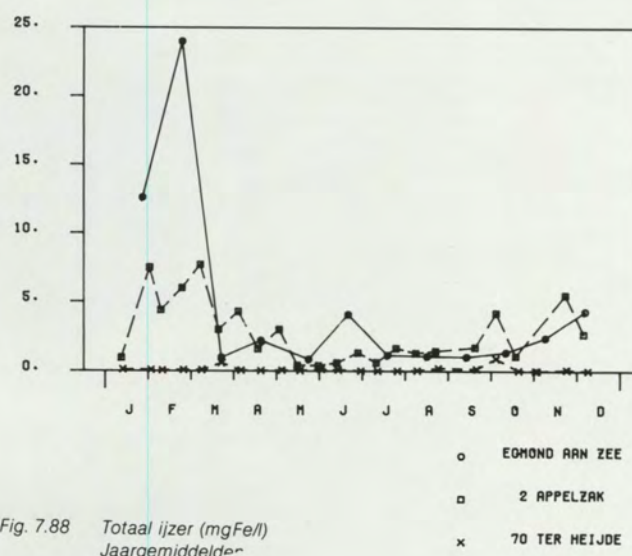


Fig. 7.88 Totaal ijzer (mg Fe/l)
Jaargemiddelden

Een duidelijke stijging in de tijd is alleen aanwezig op de noordelijk gelegen punten. Dit wordt voor R_3 bevestigd door berekeningen met het model OSTWAT (tabel 7.14).

Voor T_{70} zijn geen OSTWAT-berekeningen uitgevoerd, omdat in de meetreeks gehalten kleiner dan de detektiengrens (0.003 mg/l Fe) voorkwamen.

Tabel 7.14 Met behulp van OSTWAT gedetecteerde trends in het totaal ijzergehalte op de punten A_2 , T_2 en R_3 in de periode 1976-1982.

lokatie	lin. trend		Sign.trend	ondersch. vermogen
	(mg/l)	(%)		
A_2	-0,47	-18	-	-
T_2	0,08	+30	-	-
R_3	0,28	+49	+	69

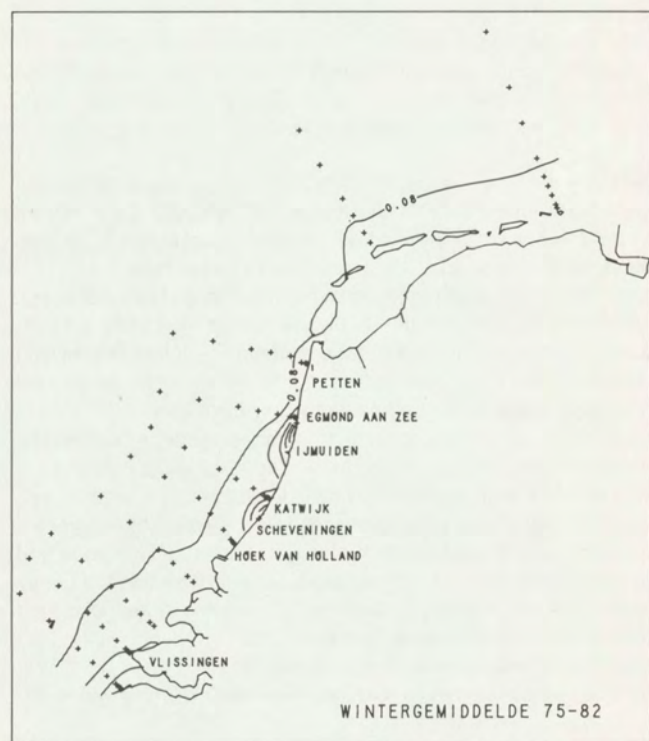


Fig. 7.90 Totaal ijzer (mgFe/l)

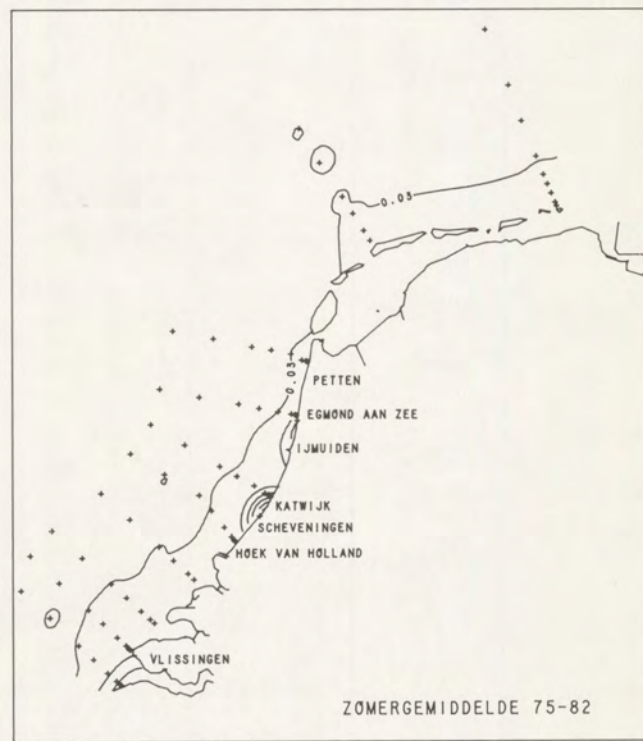


Fig. 7.91 Totaal ijzer (mgFe/l)

7.11. Anorganische microverontreinigingen

7.11.1. Algemeen

Sinds 1979 worden in het kader van het internationale Joint Monitoring Programme (JMP) op een aantal lokaties watermonsters geanalyseerd op cadmium, chroom, koper, lood, zink en kwik. Van deze metalen staan cadmium en kwik op de zgn. zwarte lijst van de internationale zeeverdragen (Verdragen van Parijs, Oslo en Londen) terwijl de overige onderzochte metalen tot de zgn. grijze lijst behoren. Het onderzoek betreft de lokaties A₂, A₂₀, A₅₀, T₂, T₃₀, N₂, N₂₀, N₇₀, E₂, Ts₂₀, R₅, R₇₀ en Egmond aan Zee (de laatste alleen in 1981). Dit programma heeft de eerste twee jaren niet optimaal gefunctioneerd waardoor de rapportage alleen over de jaren 1981 en 1982 zal plaatsvinden. Gezien de veelal korte reeksen cijfermateriaal is hierbij geen gebruik gemaakt van het model OSTWAT. In 1980 is voor de meetpunten T₂, T₃₀ en N₇₀ begonnen met het bepalen van het totaal (opgelost plus particulier gebonden) metaalgehalte naast de sinds 1979 geanalyseerde opgeloste gehalten. De bemonsteringsfrequentie is ca. 10 per jaar.

7.11.2. Bespreking metalen

Anorganische microverontreinigingen komen van nature voor in het mariene milieu. Kwik komt in zeer lage gehalten voor, de metalen cadmium, lood, chroom, koper en zink in wat hogere gehalten. Tabel 7.15 geeft een overzicht van de "natuurlijke" achtergrondgehalten van enkele metalen in zeewater.

Tabel 7.15 Achtergrondgehalten van enkele metalen in zeewater in µg/l (lit. 4, 19, 20)

Kwik (Hg)	0,005	Chroom (Cr)	0,05
Cadmium (Cd)	0,03	Koper (Cu)	0,3
Lood (Pb)	0,03	Zink (Zn)	0,4

De baggerspeciéstortingen en de Nieuwe Waterweg vormen de belangrijkste bijdragen aan de belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee met metalen.

Voor de bespreking van de metalen is gebruik gemaakt van de resultaten van de lokaties vermeld in par. 7.11.1. Voor alle metalen geldt dat met ingang van 1982 de analysemethoden zijn gewijzigd (filtratie in plaats van centrifugeren en gebruik van een ander extractiemiddel) waarmee eventuele verschillen tussen de jaren 1981 en 1982 voor een deel verklaard kunnen worden.

Bijlage 4 geeft per metaal een overzicht van de opgeloste metaalgehalten langs de Nederlandse kust in 1981 en 1982. Op enkele lokaties zijn ook totaalgehalten en gehalten van metalen in de zwevende stof weergegeven (in mg metaal/kg zwev. stof).

Metalen worden in zekere mate aan zwevende stof geadsorbeerd. Uit de bindingspercentages in bijlage 4 blijkt lood sterk gehecht aan zwevende stof en blijken kwik, cadmium en chroom voor een belangrijk deel in opgeloste vorm voor te komen. Koper en zink komen voor ongeveer de helft in gebonden vorm voor.

Duinker (lit. 37 t/m 40 en 48) heeft aangetoond dat er een relatie bestaat tussen het zwevende stofgehalte en de metaalgehalten in dit zwevende stof. Bij lagere zwevende stofgehalten vindt hij een hoger metaalgehalte in de zwevende stof. Dit komt ook in bijlage 4 tot uiting waarin blijkt dat de metaalgehalten in de zwevende stof op de locaties T₃₀ en N₇₀ (met meest lagere zwevende stofgehalten) hoger zijn dan op de locaties T₂ en Egmond aan Zee (met meest hogere zwevende stofgehalten). Als voorbeeld is in fig. 7.92 deze relatie weergegeven voor zink op de locaties T₂ en T₃₀. Zink is gekozen omdat dit metaal ruim boven de detectiegrens voorkomt.

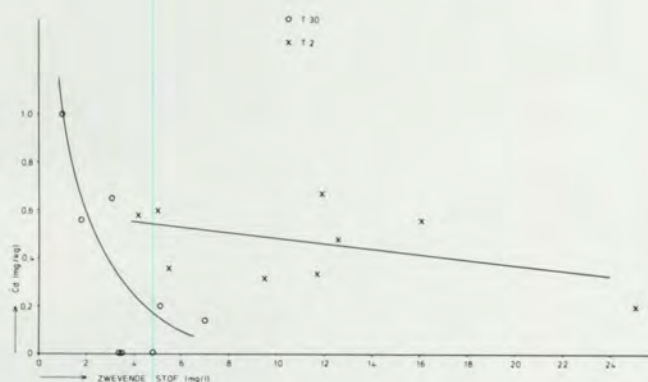


Fig. 7.92 Relatie tussen cadmium gebonden aan zwevende stof (mg/kg) met het zwevende stof gehalte.

errata

blz. 60

- Voor het onderschrift bij fig. 7.92 ware te lezen:

Fig. 7.92 Relatie tussen zink gebonden aan zwevende stof (mg/g)
met het zwevende stof gehalte.

- Langs de verticale as in fig. 7.92 ware te lezen:

Zn (mg/g)

Het bovenstaande kan verklaard worden uit het feit dat de metalen voornamelijk in de kleinste fracties van de zwevende stof voorkomen. Bij hogere zwevende stofgehalten wordt een grote spreiding over de korrelgrootte fracties waargenomen, terwijl bij lagere gehalten vrijwel uitsluitend kleine fracties voorkomen.

Ten gevolge van de binding aan de zwevende stof worden in de gebieden met verhoogde zwevende stofgehalten structureel hogere totaal-metaalgehalten waargenomen dan in rustigere gebieden. Ook worden 's winters hogere totaal-metaalgehalten gemeten dan in de zomer t.g.v. de hogere zwevende stofgehalten in de winter. Ten aanzien van de opgeloste gehalten van Cd, Pb, Cr, Cu en Zn worden verhoogde waarden waargenomen ten zuiden van de Westerschelde-monding in de Appenzakraai en langs de Hollandse kust.

In de Appenzakraai kan dit mede worden veroorzaakt door de afvoer van de Westerschelde en de lozingen vanaf de Belgische en Franse kust. De verhoging langs de Hollandse kust wordt mede beïnvloed door de afvoeren van het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg.

Met betrekking tot de opgeloste kwikgehalten blijken er in het Nederlandse deel van de Noordzee op basis van de beschikbare gegevens nauwelijks gebieden met verschillende gehalten te onderscheiden. Dit wordt met name veroorzaakt door het feit dat de opgeloste kwikgehalten in veel gevallen gelijk of kleiner zijn dan de detectiegrens van $0,01 \mu\text{g/l}$.



Luchtopname van een olielozend schip (foto: Directie Noordzee)

7.12. Olie

Jaarlijks komen grote hoeveelheden olie in de Noordzee terecht. Het merendeel hiervan is niet aan het oppervlak zichtbaar, maar komt in de waterkolom en het sediment terecht.

Het aandeel dat de baggerspeciëstoringen hierin hebben is bijna even groot als de bijdrage via de afvoer van de rivieren. Van de op het oppervlakte drijvende olievlekken is verreweg het grootste deel afkomstig van operationele lozingen van schepen, hoewel ook platforms olievlekken veroorzaken (tabel 7.16).

Tabel 7.16 Overzicht van jaarlijks gemelde aantallen olievlekken en jaarlijks getelde aantallen olielozende schepen, periode 1975-1982 (lit. 21).

	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82
Aantal vlekken	154	187	243	328	200	156	254	221
Aantal olielozende schepen	?	74	109	148	83	50	72	72

Uit deze tabel blijkt het aantal vlekken en de getelde olielozende schepen tot 1978 te zijn toegenomen waarna een stabilisatie op een lager niveau is opgetreden. Ook bij ongevallen met schepen of op platforms kunnen aanzienlijke hoeveelheden olie in zee komen (zie ook par. 4.5 en 4.6). Een recente olieverontreiniging vond plaats in juni 1982 toen op de rede van Hoek van Holland na een aanvaring 1640 m³ olie uit de „Katina” lekte. Een deel vervuilde de stranden vanaf Den Haag tot aan Schouwen-Duiveland.

Vanaf 1979 wordt olie geanalyseerd op alle in 7.11.1 genoemde JMP punten. Vanaf 1982 worden ook monsters van de strandlocaties Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee op olie geanalyseerd.

De resultaten geven een grote spreiding in de oliegehalten (bijlage 3) waarbij in veel gevallen de gehalten niet meetbaar of gelijk aan de detectiegrens van 0,1 mg/kg zijn. Dit blijkt uit een aantal jaargemiddelde oliegehalten, welke kleiner zijn dan de detectiegrens. Daarbij wordt de laatste tijd getwijfeld aan de bruikbaarheid van de met de toegepaste analysemethode (de zgn. infrarood-methode) verkregen resultaten. Met deze methode kan niet worden vastgesteld of het gevonden gehalte afkomstig is van door menselijk handelen in het milieu gebrachte minerale olie(-producten) of dat er sprake is van plantaardige en/of dierlijke olie.

Eveneens is niet uit te sluiten dat de bemonsteringstechniek de resultaten beïnvloedt.

Geconcludeerd moet worden dat het uitgevoerde routineprogramma onvoldoende inzicht geeft en dat de gehele olieproblematiek, gezien de toch aanzienlijke belasting van de Noordzee, nadere aandacht behoeft.

7.13. Organische microverontreinigingen

7.13.1. Algemeen

Door productie en gebruik komen, vooral in dichtbevolkte geïn-
dustrialiseerde gebieden, organische microverontreinigingen in
het oppervlaktewater terecht. Naar schatting komen in het water
van de Rijn en de Maas (lit. 8, 12) enkele honderden van deze stof-
fen voor en is de situatie in de Schelde (lit. 9) niet veel beter.

Vele organische microverontreinigingen hebben de eigenschap
moeilijk afbreekbaar te zijn in het milieu, aan zwevend stof te ad-
sorberen en/of in organismen te accumuleren (hoofdstuk 8). Via de
rivieren komen deze stoffen uiteindelijk in de estuaria en het kust-
water terecht.

Het routinematig waterkwaliteitsonderzoek omvat slechts in be-
perkte mate analyses van organische microverontreinigingen in
het kustwater. De voornaamste reden hiervan is dat microveront-
reinigingen nog maar nauwelijks of sommige in het geheel niet op
het in zee voorkomende niveau detecteerbaar zijn. Enkel de para-
meters fenol en synthetische detergenten worden bepaald langs
de stranden van de Hollandse kust, terwijl in het Noordzeewater
door het RIZA in het geheel geen organische microverontreinigin-
gen bepaald worden. Door het NIOZ zijn, in opdracht van Rijkswa-
terstaat, in 1981/1982 wel analyses verricht naar het voorkomen
van organische gechloreerde microverontreinigingen in het kust-
water. Hierop wordt in par. 7.13.4 nader ingegaan.

7.13.2. Fenol

Onder de noemer fenol vallen alle stoffen die bestaan uit een ben-
zeenkern met tenminste één hydroxylgroep. Fenolen zijn geur- en
smaakbedervend. Fenol wordt sinds 1975 gemeten op de strandlo-
katies Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee. Omdat er in de
reeks waarnemingen van Egmond aan Zee discontinuïteiten van
enkele jaren voorkomen, worden alleen de waarnemingen van
Wassenaarsche Slag grafisch gepresenteerd (fig. 7.93).

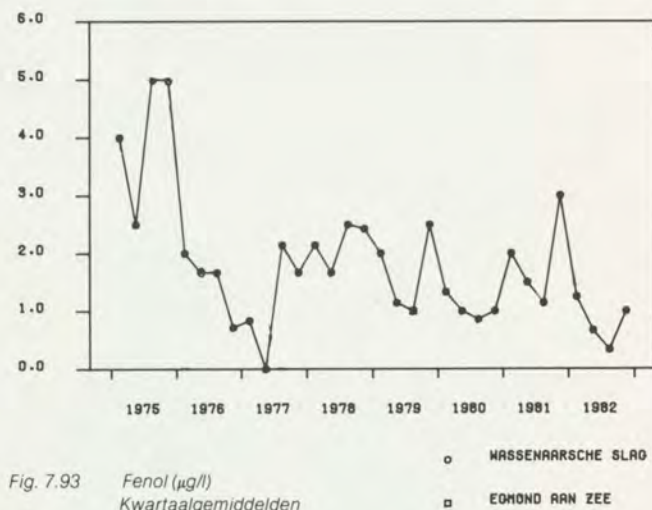


Fig. 7.93 Fenol (µg/l)
Kwartaalgegevens

Aan de hand van een vergelijking van de jaren 1975 en 1982 (tabel
7.17) blijken de gehalten op het punt Egmond aan Zee op een ho-
ger niveau te liggen (invloed Hoogovens). Voor beide lokaties geldt
dat sinds het begin van het routinematig onderzoek de gehalten ge-
daald zijn. Voor het meetpunt Wassenaarsche Slag kan dit terug-
geleid worden naar dalende gehalten in de Nieuwe Waterweg
(lit. 8). De gedeeltelijke sanering bij Hoogovens heeft mogelijk een
rol gespeeld bij de daling van de fenolgehalten bij Egmond aan
Zee.

Tabel 7.17 Vergelijking van fenolgehalten (µg/l) op de lokaties
Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee in 1975 en 1982.

	Wassenaarsche Slag		Egmond aan Zee	
	1975	1982	1975	1982
Minimum	0	0	0	0
Maximum	7,0	2,0	21,0	3,0
Gemiddelde	4,1	0,8	5,8	1,5
Standaardafwijking	2,3	0,8	6,1	0,8
Mediaan	5,0	1,0	5,0	2,0
Aantal waarnemingen	9	13	8	13

7.13.3 Synthetische detergenten

Detergenten zijn stoffen die de oppervlaktespanning van water
verlagen. Ze vormen een bestanddeel van wasmiddelen en zijn
derhalve van voornamelijk huishoudelijke herkomst. In EG-verband
geldt sinds 1973 een verbod op het gebruik van anionogene deter-
genten die voor minder dan 80% biologisch afbreekbaar zijn.
Synthetische detergenten worden sinds 1975 bepaald op de
strandlokalities Wassenaarsche Slag en Egmond aan Zee, waarbij
de gehalten een dalende tendens vertonen (fig. 7.94).

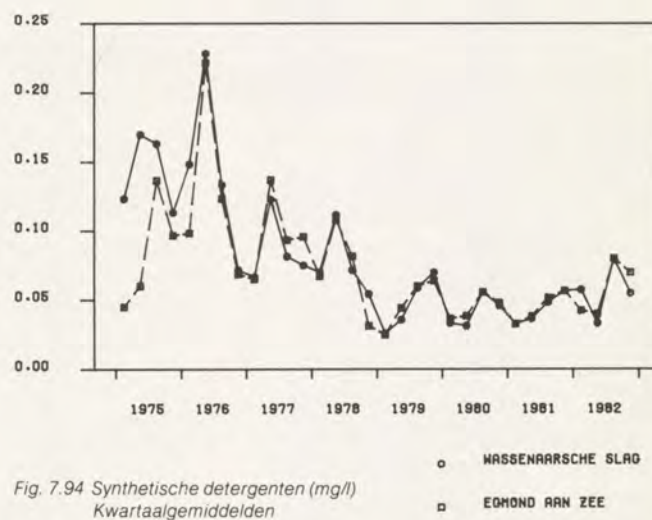


Fig. 7.94 Synthetische detergenten (mg/l)
Kwartaalgegevens

7.13.4 Organochloorverbindingen

Door het NIOZ zijn in 1982 analyses verricht naar het voorkomen van organische microverontreinigingen in enkele Nederlandse estuaria en het kustwater (lit. 44). De stoffen die geanalyseerd werden zijn PCB's, penta- en hexachloorbenzeen (QCB en HCB), α - en γ -hexachloorhexaan (α - en γ -HCH), dieldrin, endrin en pp'-DDT.

Uit de groep PCB's die door het NIOZ geanalyseerd zijn is een keuze gemaakt van 6 individuele chloorbifenylen aangeduid met de internationale IUPAC-nummers 28, 52, 101, 138, 153 en 180. Deze keuze is gebaseerd op de hoge betrouwbaarheid van de analyses en de goede mogelijkheden tot het refereren aan in de handel verkrijgbare bifenylen. De gehalten van deze zes individuele chloorbifenylen zijn gesommeerd onder de noemer „ Σ 6 PCB". (Deze parameter is ook gebruikt in par. 8.2).

De resultaten van het NIOZ-onderzoek zijn vermeld in tabel 7.18. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen stoffen die in opgeloste vorm voorkomen en stoffen die gebonden aan zwevende stof (particulair gebonden) voorkomen.

De gehalten liggen op een zeer laag niveau. De waarden van dieldrin, endrin en DDT in zeewater dienen met grote voorzichtigheid gehanteerd te worden en geven meer de orde van grootte aan.

Een van de belangrijkste conclusies uit lit. 44 is dat water de belangrijkste transportfase is voor PCB-componenten met een lage chloreringsgraad en zwevende stof belangrijker wordt voor componenten die meer gechloreerd zijn.

Tabel 7.18. Overzicht van het voorkomen van enkele organochloorverbindingen in het Nederlandse kustwater in 1981 (lit. 44). Opgeloste gehalten in ng/l (10^{-9} g/l) en particulier gebonden gehalten in ng/g (10^{-9} g/g).

Parameter	Vlissingen		W ₁₀		N ₇₀		Marsdiep		R ₇₀	
	opg.	part.	opg.	part.	opg.	part.	opg.	part.	opg.	part.
Σ 6 PCB *	228	65,5	234	156,6	147	-	407	-	226	-
QCB *	19	-	14	-	7	-	141	-	34	-
HCB *	21	1,0	23	-	12	-	51	-	52	-
α -HCH	1,0	5,3	1,0	-	0,9	-	1,6	-	1,1	-
γ -HCH	4,6	8,7	3,2	3,9	0,9	-	3,1	-	1,0	11,4
dieldrin	0,7	5,4	0,9	22	0,5	-	1,5	-	0,8	15
endrin	-	-	-	-	0,3	-	0,4	-	-	-
p.p'-DDT	-	-	-	-	0,1	-	0,6	-	-	-

"-": is niet gedetecteerd

"*": opgeloste gehalten in pg/l (10^{-12} g/l)

Het onderzoek zal in 1983 nogmaals uitgevoerd worden en betreft bemonsteringen op een tiental punten in een raai op 2 à 5 km uit de kust.

7.14. Tritium

Met het koelwater van kerncentrales wordt radioactief materiaal in het oppervlaktewater geloosd. Tritium (^3H) neemt hierbij de belangrijkste plaats in, hoewel het betrekkelijk weinig radiotoxisch is.

Tritium is de enige radioactieve parameter die in het kader van het routine-programma in het Nederlands deel van de Noordzee bepaald is. De bemonstering heeft in de periode 1979-1981 plaatsgevonden op de locatie T₇₀. De jaargemiddelde gehalten, weergegeven in fig. 7.95, liggen circa een factor twee lager dan in de monding van de Westerschelde (meetpunt Vlissingen) (lit. 9).

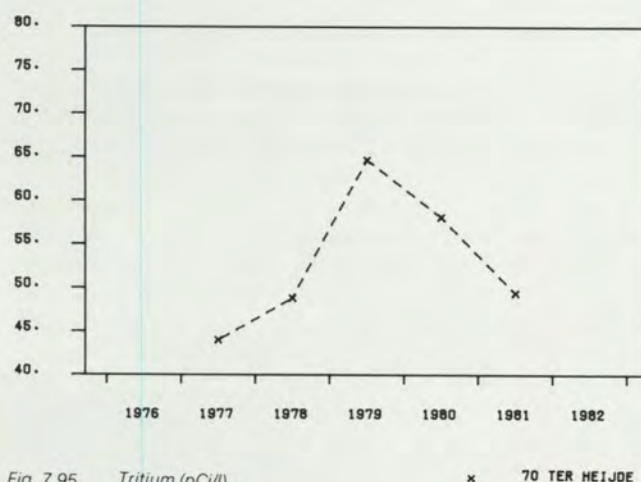


Fig. 7.95 Tritium (pCi/l) Jaargemiddelden

8. Kwaliteit van sediment en organismen

8.1. Sediment

In het Nederlandse deel van de Noordzee komen sedimenten van verschillende aard en samenstelling voor. Voor de kust liggen vele zandbanken, ontstaan door getijdewerking en afvoeren van sediment via rivieren en estuaria. Ter hoogte van de zuidelijke Zeeuwse Wateren komen zogenaamde tertiaire kleilagen aan de oppervlakte, welke uitlopers zijn van de voor de Belgische kust gelegen Vlaamse Banken. Ten noord-westen van de Waddeneilanden komen grindrijke sedimenten voor. Het grootste gedeelte van het sediment van het Nederlandse deel van de Noordzee bestaat echter uit fijn tot grof zand.



Een „Van Veen“ happer, voor het nemen van bodemonsters, in gebruik. (foto: Directie Noordzee)

Via rivieren, estuaria, de golfstroom en baggerspeciéstortingen worden jaarlijks vele miljoenen tonnen zand en slib naar het Nederlandse deel van de Noordzee getransporteerd. In hoofdstuk 4 is aan de hand van een zeer globale balansstudie geschat dat jaarlijks (basis 1979-1981) ca. 11 miljoen ton van het aangevoerde materiaal sedimenteert in de Noordzee. Deze sedimentatie zal voornamelijk in gebieden met minder turbulentie plaatsvinden en afhankelijk zijn van de grootte van de vaste deeltjes. De grove deeltjes zullen hierdoor al vrij snel bezinken (ondiepten voor riviermondingen) terwijl een deel van de fijne deeltjes in de rustige gebieden bezinkt.

Verontreinigingen als metalen en organische microverontreinigingen komen in meerdere of mindere mate gebonden aan de fijnere deeltjes voor. Hierdoor komen in gebieden met meer fijne deeltjes ook hogere gehalten aan metalen en organische microverontreinigingen voor, zowel in de zwevende stof als in het sediment (par. 7.11.2).

Een in Nederland veel gebruikte methode om de relatieve verontreinigingsgraad van sedimenten vast te stellen is het corrigeren van het waargenomen gehalte op basis van de korrelgrootteverdeling. Hierdoor kunnen gebieden met totaal verschillende granulair samenstelling onderling toch vergeleken worden. Over de kwaliteit van het sediment van de Noordzee in het verleden is weinig bekend. Recentelijk onderzoek (lit. 18) in boorkernen heeft aangetoond dat sinds het begin van deze eeuw het sediment in de Duitse Bocht, dat als een belangrijk sedimentatiegebied geldt, geleidelijk aan is opgeladen met metalen. Tabel 8.1 geeft een overzicht van de resultaten over de periode 1865-1973/1974 (toplaag).

Tabel 8.1 Overzicht van gehalten ($\mu\text{g/g}$) aan zware metalen in een boorkern uit de Duitse Bocht (lit. 18). De gehalten gelden in de fractie $< 2 \mu\text{m}$, waarbij een chronologische indeling gemaakt is.

Periode	Cr	Ni	Zn	Pb	Cu	Cd
1865/1885	60	34	113	48	22	0,3
1915/1930	67	34	211	100	31	0,9
1954/1974	101	41	331	157	41	1,5
1973/1974	91	41	395	175	40	2,1

Uit tabel 8.1 blijkt dat over de periode 1915/1930 tot 1973/1974 de gehalten aan koper en chroom het minst zijn toegenomen (resp. met 25% en 35%) en dat de gehalten aan lood en cadmium bijna verdubbeld zijn.

Om inzicht te krijgen in de kwaliteit van het sediment in het Nederlandse deel van de Noordzee is in 1980 een uitgebreid sedimentonderzoek uitgevoerd waarbij aansluiting gezocht is bij het routinematig onderzoek naar de waterkwaliteit van de Noordzee. Voor zover mogelijk zijn in dezelfde raaien sedimentmonsters verzameld (lit. 18). Hierbij zijn metaalanalyses verricht in de sedimentfracties $< 63 \mu\text{m}$ (fig. 8.1).

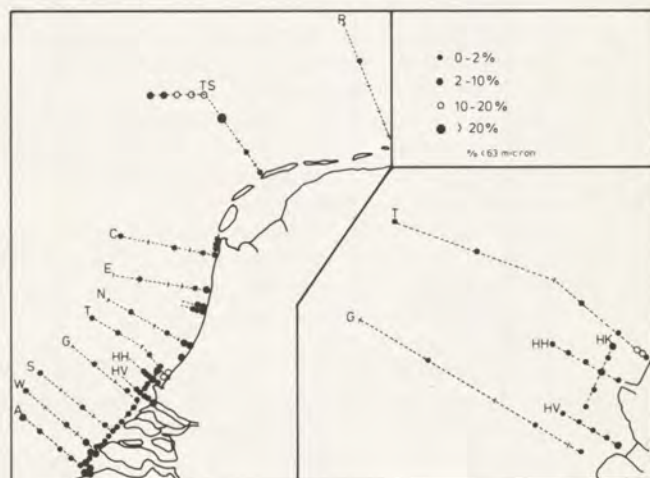


Fig. 8.1 De gehalten aan de fractie $< 63 \mu\text{m}$ in de sedimenten. (bron: lit. 18).

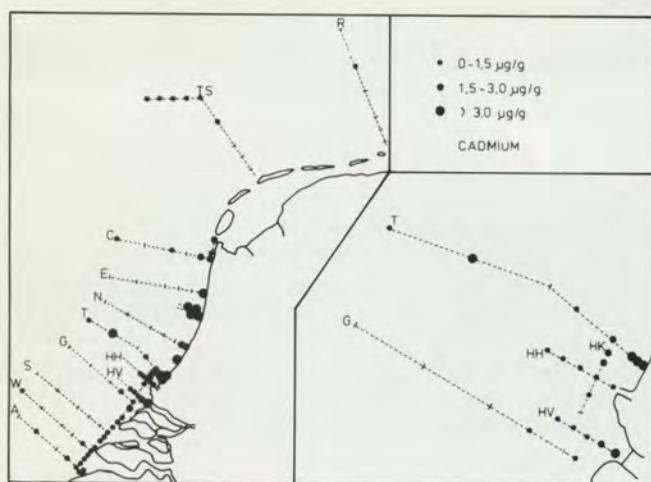


Fig. 8.2 Cadmiumgehalten in de fractie < 63 µm (bron: lit. 18).

De resultaten van dit onderzoek zijn voor kwik en cadmium grafisch weergegeven in de figuren 8.2 en 8.3.

De hoogste metaalgehalten komen voor in de monding van het Haringvliet, iets ten noorden van de monding van de Nieuwe Waterweg en ter hoogte van IJmuiden. Verder in noordelijke richting en van de kust af dalen de gehalten. Opmerkelijk is dat voor de monding van de Westerschelde de hoogste sedimentfractie < 63 µm wordt aangetroffen, terwijl er geen verhoogde metaalgehalten in het sediment voorkomen. Het grootste deel van de sedimentatie heeft reeds meer stroomopwaarts plaatsgevonden zodat daar oplading van de bodem plaatsvindt (lit. 9,29). Daarnaast kan een oorzaak gezocht worden in de grote turbulentie van het gebied ten zuiden van de monding van de Westerschelde, zodat door erosie (lit. 16) oudere en schonere sedimentlagen aan de oppervlakte komen.

8.2. Organismen

In het kader van het internationale Joint Monitoring Programme (par. 5.3) worden onder meer organismen uit de Noordzee en aangrenzende zoute wateren (Eems-Dollard, Waddenzee, Oosterschelde, Westerschelde) onderzocht op gehalten aan verontreinigende stoffen.

Voor Nederland wordt dit onderzoek sinds 1979 onder verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat uitgevoerd. De bemonstering van de organismen wordt verzorgd door het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO). Een overzicht van de bemonsteringslocaties en de bemonsterde organismen is gegeven in fig. 8.4.

Mosselen (*Mytilus edulis*), garnalen (*Crangon crangon*), lever en spierweefsel van bot (*Platichthys flesus*) en lever van kabeljauw (*Gadus morhua*) worden onderzocht op gehalten aan zware metalen en organische microverontreinigingen.

In de periode 1979-1982 zijn de metaalanalyses in organismen uitgevoerd door het Instituut voor Visserijproducten van TNO te IJmuiden (IVP-TNO) en de analyses van organische microverontreinigingen door het Rijks-Kwaliteitsinstituut voor Land- en Tuinbouwproducten te Wageningen (RIKILT).

De tabellen 8.2 t/m 8.4 geven een overzicht van de gehalten aan metalen en organische microverontreinigingen in mosselen, garnalen en de levers van bot en kabeljauw. De waargenomen gehalten in organismen in het kustwater zijn in het algemeen lager dan in estuaria (met name de Westerschelde) en de Waddenzee (lit. 9, 32, 33).

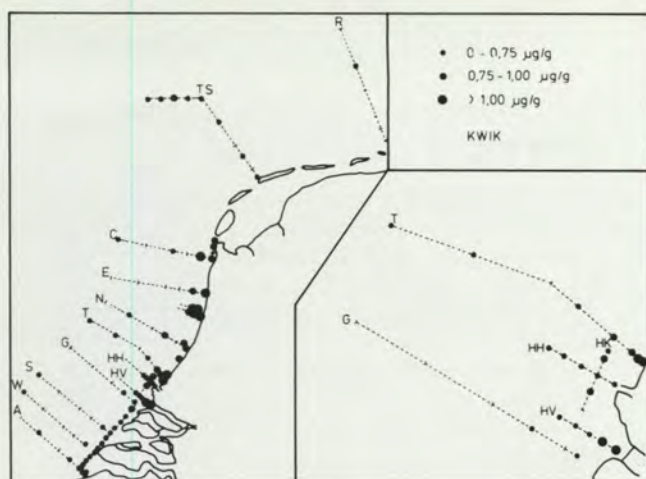


Fig. 8.3 Kwikgehalten in de fractie < 63 µm (bron: lit. 18).

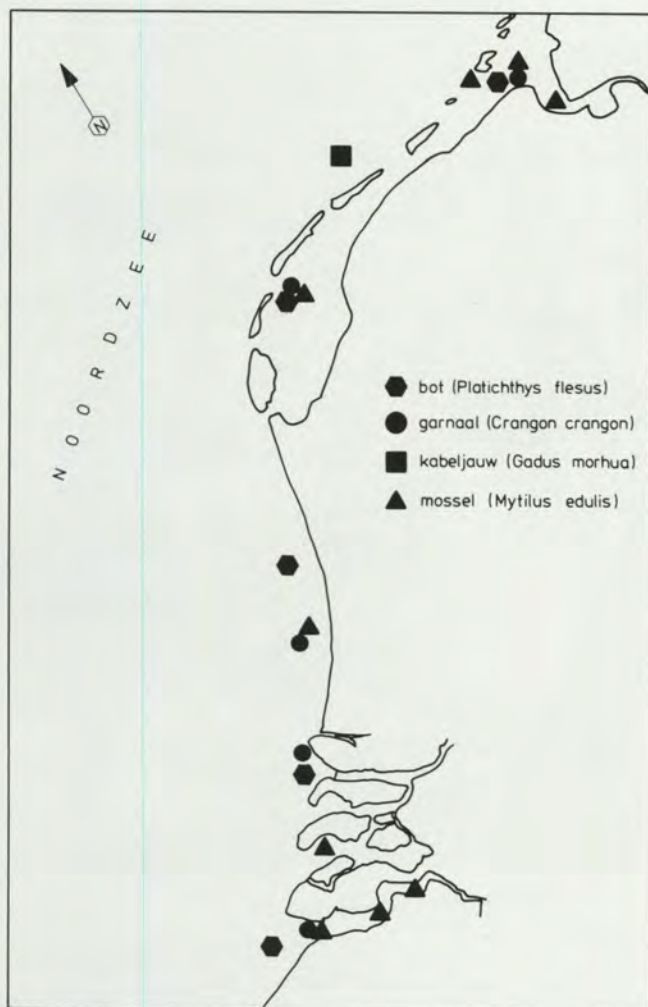


Fig. 8.4 Monsterlocaties organismen uit het Joint Monitoring Programme.

De laagste gehalten in mosselen uit het kustwater zijn gemeten in mosselen bemonsterd ter hoogte van de Hammen in de Oosterscheldemonding (tabel 8.2). In de mosselen op de locaties Borkum, meetpost Noordwijk en Vlissingen zijn verhoogde gehalten aan verontreinigingen aangetroffen. Zo zijn bij Borkum in de periode

Tabel 8.2 Gehalten aan anorganische en organische microverontreinigingen in mosselen (*Mytilus edulis*) op diverse locaties in de Noordzee in de periode 1979-1982. Gehalten in mg/kg natgewicht.

Lokatie	jaar	Hg		Cd		Pb		Cu		Zn		Cr		Σ 6 PCB's	
		april	okt.	april	okt.	april	okt.	april	okt.	april	okt.	april	okt.	april	okt.
Borkum	1979	-	0,16	-	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,020
	1980	0,03	-	0,34	-	0,40	-	4,2	-	16	-	2,4	-	0,020	-
	1981	0,04	-	0,57	-	0,54	-	4,4	-	15	-	0,90	-	0,014	-
	1982	0,06	0,04	0,21	0,14	0,51	0,30	1,0	1,0	19	16	0,76	0,16	0,021	0,017
Oosterschelde-Hammen	1979	0,08	0,06	0,40	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	0,030	0,030
	1980	0,03	0,05	0,38	0,39	0,8	0,55	3,4	3,8	14	12	0,9	1,0	0,040	0,030
	1981	0,05	0,06	0,50	0,16	0,64	0,52	1,6	3,5	19	16	0,44	0,28	0,023	0,046
	1982	0,06	0,03	0,25	0,12	0,58	0,25	0,74	1,5	19	11	0,36	0,16	0,022	0,021
Westerschelde-Vlissingen	1979	0,05	0,10	1,5	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,020	0,040
	1980	0,06	0,04	0,69	1,05	1,2	1,3	3,2	4,2	23	20	1,8	1,8	0,030	0,050
	1981	0,07	0,06	1,2	0,54	1,2	1,4	1,8	2,2	35	27	0,30	0,57	0,031	0,077
	1982	0,06	<0,03	0,55	0,51	0,79	0,52	0,68	1,4	18	22	0,33	1,4	0,032	0,029
Meetpost Noordwijk	1979	0,02	0,12	1,1	0,36	-	-	-	-	-	-	-	-	0,020	0,100
	1980	0,06	0,04	1,0	0,70	0,66	0,78	2,7	4,3	36	22	1,0	0,58	0,060	0,100
	1981	0,12	0,05	0,80	0,28	0,86	0,64	1,5	2,2	25	32	0,48	0,85	0,038	0,106
	1982	0,06	0,03	0,32	0,22	0,94	0,40	1,0	1,3	24	20	0,45	0,18	0,070	0,042

-: niet gemeten

Tabel 8.3 Gehalten van anorganische en organische microverontreinigingen in garnalen (*Crangon crangon*) op diverse locaties in de Noordzee in de periode 1979-1982. Gehalten in mg/kg natgewicht.

Lokatie	jaar	Hg		Cd		Pb		Cu		Zn		Cr		Σ 6 PCB's	
		april	okt.	april	okt.	april	okt.	april	okt.	april	okt.	april	okt.	april	okt.
Meetpost Noordwijk	1979	0,16	0,10	0,010	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	0,020	0,010
	1980	0,08	0,07	0,015	0,009	0,20	0,14	5,4	9,3	8,3	10	0,30	0,04	0,010	0,010
	1981	0,18	0,15	0,048	0,015	0,32	0,06	5,6	3,5	13	13	0,04	0,01	0,016	0,018
	1982	-	0,13	-	0,018	-	0,04	-	4,3	-	13	-	0,01	-	0,010
Maasvlakte	1979	0,16	0,07	0,043	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,010
	1980	0,12	0,19	0,010	0,014	0,26	0,21	6,6	5,6	7,8	20	0,11	0,02	0,010	0,010
	1981	0,19	0,73	0,044	0,005	0,33	<0,03	5,4	2,0	19	11	0,04	0,04	0,034	0,014
	1982	-	0,10	-	0,009	-	0,04	-	3,6	-	13	-	<0,01	-	0,008
Breskens	1979	-	0,16	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,010
	1980	0,32	0,13	0,012	0,012	0,21	0,20	5,7	5,9	6,8	14	0,15	0,03	0,010	0,050
	1981	0,08	0,58	0,015	0,005	0,22	0,05	3,2	3,8	12	10	0,02	0,03	0,007	0,008
	1982	-	0,10	-	0,006	-	0,05	-	4,2	-	12	-	0,01	-	0,006

-: niet gemeten

1979-1982 de hoogste gehalten aan chroom, bij de meetpost Noordwijk de hoogste gehalten aan zink en PCB's en bij Vlissingen de hoogste gehalten aan cadmium en lood waargenomen. Tabel 8.2 toont aan dat er de laatste twee jaar iets lagere verontreinigingsniveau's zijn gemeten. Het grootste deel van de piekwaarden (de hoogste gehalten in de gehele waarnemingsperiode) werd waargenomen in of voor 1980, terwijl in 1982 helemaal geen piekwaarden voorkomen. De gehanteerde consumptienormen voor spoorelementen in schelpdieren ($Hg < 1 \text{ mg/kg}$, $Cd < 1 \text{ mg/kg}$ en $Pb < 2 \text{ mg/kg}$ op productbasis) wordt in mosselen uit de Noordzee alleen voor cadmium overschreden bij de meetpost Noordwijk. Van deze locatie worden evenwel geen mosselen op de consumptiemarkt gebracht.

In de periode 1979-1982 zijn bij de meetpost Noordwijk in garnalen de hoogste gehalten aan koper en chroom, bij de Maasvlakte de hoogste gehalten aan cadmium, kwik, lood en zink en in het kustwater bij Breskens de hoogste gehalten aan PCB's aangetroffen (tabel 8.3).

Uit tabel 8.4 blijkt de bot gevangen ten noorden van Goeree in het algemeen de hoogste verontreinigingsgraad van de lever te hebben. Hier kwamen in de periode 1979-1982 de hoogste gehalten aan kwik, zink, chroom, γ -HCH, DDT en HCB voor. In de lever van bot gevangen voor IJmuiden kwamen de hoogste gehalten aan PCB's en α -HCH voor. Opvallend in tabel 8.4 is dat in alle gevallen de gehalten aan PCB's en DDT in de lever van kabeljauween factor 2-5 hoger zijn dan in de lever van bot. Onduidelijk is of de vangstlocatie hierin een rol speelt of dat de accumulatie van PCB's in kabeljauwlever veel hoger is dan in botlever.

De aangetroffen gehalten aan microverontreinigingen in garnalen, bot en kabeljauw blijven ver beneden de daarvoor gehanteerde consumptienormen.



Luchtopname „Meetpost Noordwijk". Bij dit vaste Rijkswaterstaats meetpunt in zee worden mosselen bemonsterd t.b.v. het Joint Monitoring Programme. (foto: Directie Noordzee).

Tabel 8.4 Gehalten aan anorganische en organische microverontreinigingen in de levers van bot (*Platichthys flesus*) en kabeljauw (*Gadus morhua*) op diverse locaties in de periode 1979-1982. Gehalten in mg/kg natgewicht voor metalen en Σ 6 PCB's en in mg/kg vet voor de overige stoffen.

Lokatie	periode	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Σ 6 PCB	α -HCH	β -HCH	γ -HCH	Dieldrin	DDT	HCB
IJmuiden (botlever)	aug. 1979	0,15	0,36	-	-	-	-	0,820	-	-	-	-	-	-
	" 1980	0,08	0,07	0,16	10	18	0,12	1,800	0,150	<0,02	<0,01	0,14	0,57	0,42
	" 1981	0,14	0,14	0,10	11	25	0,09	1,068	0,098	0,028	0,110	0,15	0,53	0,36
	" 1982	0,04	0,04	0,10	6,8	18	0,04	0,410	0,040	<0,02	0,036	0,090	0,19	0,076
Noorden van Goeree (botlever)	" 1979	0,09	0,10	-	-	-	-	0,580	-	-	-	-	-	-
	" 1980	0,11	0,24	0,12	16	33	0,04	0,730	0,073	<0,02	<0,01	0,15	0,63	0,34
	" 1981	0,41	0,15	0,05	6,2	38	0,21	1,043	0,068	0,031	0,250	0,08	0,55	0,42
	" 1982	0,12	0,15	0,11	17	32	0,01	0,780	0,063	<0,02	0,046	0,088	0,37	0,170
Breskens (botlever)	" 1979	0,16	0,24	-	-	-	-	0,510	-	-	-	-	-	-
	" 1980	0,14	0,17	0,15	16	15	0,04	0,410	0,085	<0,02	0,034	0,22	0,41	0,056
	" 1981	0,19	0,20	0,095	9,2	27	0,09	0,607	0,085	0,021	0,110	0,03	0,28	0,053
	" 1982	0,08	0,11	0,12	17	34	0,02	0,480	0,053	<0,02	0,060	0,093	0,20	0,069
Noorden van Terschelling*) (kabeljauwlever)	" 1979	0,07	0,006	-	-	-	-	3,335	-	-	-	-	-	-
	" 1980	0,08	0,04	0,10	12	20	-	2,505	0,077	<0,02	<0,01	0,21	1,17	0,072
	" 1981	0,09	-	-	7,4	18	-	3,843	0,110	<0,02	0,13	0,12	1,02	0,185
	" 1982	0,08	0,006	<0,03	6,6	13	-	1,770	0,063	<0,02	0,073	0,230	0,84	0,060

-: niet gemeten

*) : kabeljauw is alleen ten noorden van Terschelling gevangen, de opgegeven waarden zijn medianen van de gevonden gehalten in afzonderlijke levers.

In 1984 zal een evaluatie-verslag verschijnen van het JMP over de periode 1979-1983.

Uit het voorgaande blijken interacties te bestaan tussen enerzijds de kwaliteit van het omringende milieu (water, sediment) en anderzijds de hierin levende organismen.

Ter illustratie zijn in tabel 8.5 monsterlocaties aangegeven waar in de periode 1979-1982 de hoogste gehalten aan zware metalen in water (opgelost), sediment en organismen zijn gemeten.

Uit tabel 8.5 kan opgemaakt worden dat in de omgeving waar de hoogste opgeloste gehalten aan cadmium, lood en kwik worden waargenomen ook de hoogste gehalten aan deze metalen in mos-

selen voorkomen. Verder blijkt voor lood, koper en kwik dat in de omgeving waar de hoogste gehalten in het sediment voorkomen ook de hoogste gehalten in botlever worden waargenomen.

De beschreven relaties zijn slechts indicaties. Onbekendheid met de vorm van voorkomen van de verontreinigingen (speciation) en de biologische beschikbaarheid enerzijds en de preferente wijze van opname door de diverse organismen anderzijds bemoeilijkt de interpretatie. Nader onderzoek in deze is nodig voor een beter begrip van de relaties tussen verontreinigingsgehalten in water, bodem en organismen.

Tabel 8.5 Overzicht van monsterlocaties waar de hoogste gehalten aan zware metalen in water (opgelost), sediment en organismen zijn gemeten in de periode 1979-1982.

	Cd	Cr	Zn	Pb	Cu	Hg
opgelost in water	A ₂	A ₂	A ₂	A ₂ , N ₂ , Ts ₂₀ , R ₅	A ₂ , R ₅ Ts ₂₀	R ₅ , Ts ₂₀
sediment	monding Haring- vliet, Hollandse kust	Hollandse kust	Hollandse kust	kust Goeree, monding Haring- vliet, Hollandse kust	kust Wal- charen, monding Haring- vliet, kust Terheijde, Egmond aan Zee	monding Haring- vliet, Hollandse kust
mosselen	Vlissingen	Borkum	meetpost Noordwijk	Vlissingen		Borkum, meetpost noordwijk
garnalen	Maas- vlakte	meetpost Noordwijk	Maas- vlakte	Maas- vlakte	meetpost Noordwijk	Maas- vlakte
botlever		IJmuiden Noorden v.Goeree	Noorden v.Goeree	IJmuiden Breskens	Noorden v.Goeree, Breskens	Noorden v.Goeree

9. Conclusies

- Het routinematig onderzoek van Rijkswaterstaat naar de waterkwaliteit van de Noordzee kent twee doelstellingen nl.:
 - inzicht in de actuele waterkwaliteit (ruimtelijk beeld; toetsing aan normen),
 - inzicht in de ontwikkeling van de waterkwaliteit (trenddetectie).

Aan de eerste doelstelling is met het uitgevoerde routineprogramma voldaan.

Uit het voorliggende rapport blijkt dat het detecteren van een trend nog niet altijd goed mogelijk is. Dit wordt enerzijds veroorzaakt doordat er voor een aantal parameters inderdaad geen trend aanwezig is, anderzijds doordat onvolkomenheden in de meetreeks, zoals ontbrekende waarnemingen, extremen en gehalten kleiner dan de detectiegrens, van invloed zijn op de trendberekening.

Hiermee is bij de analyse van de resultaten rekening gehouden.

- De in het Nederlandse kustwater aangevoerde stoffen worden door de heersende reststroom grotendeels in noord-oostelijke richting verspreid.
- Verhoogde gehalten aan verontreinigende en eutrofiërende stoffen worden voornamelijk aangetroffen in een relatief smalle strook van 20 à 30 km langs de Nederlandse kust.
- De belangrijkste bijdragen aan de belasting van het Nederlandse deel van de Noordzee worden veroorzaakt door de afvoeren van oppervlaktewater en baggerspeciestortingen (directe bronnen) alsmede de grensoverschrijdende belasting en de neerslag (diffuse bronnen).
Naast de vrachten zijn met name de concentratieverdelingen van de verontreinigingen van belang. Hierbij is de invloed op de waterkwaliteit van de directe bronnen veel groter, daar die een aanzienlijke concentratieverhoging in de omgeving van de bron tot gevolg hebben. Dit in tegenstelling tot de neerslag en de grensoverschrijdende belasting, die voornamelijk een verhoging van het achtergrondniveau veroorzaken.
- In de gemeten parameters zijn seizoensinvloeden geconstateerd ten gevolge van de temperatuur- en lichtafhankelijke processen, de rivierafvoeren en de windsnelheden.
- Bij de beschrijving van de parameters kunnen twee concentratieverlopen worden onderscheiden, namelijk één loodrecht op de kust (met meest hogere gehalten aan de kust) en één evenwijdig aan de kust (met hogere gehalten in het zuiden). Dit wordt in belangrijke mate veroorzaakt door de bijmenging van relatief schoner water uit het Kanaal met het door de bronnen beïnvloede kustwater. Voor de saliniteit wordt het omgekeerde beeld waargenomen.
- Ten aanzien van een aantal parameters of groepen van parameters in zeewater kunnen op basis van de verrichte analyses de volgende conclusies worden getrokken:
 - * Saliniteit
Als gevolg van een geleidelijke toename van de rivierafvoeren in de beschouwde periode is een daling van de saliniteit waargenomen. Deze 'toevallige' toename van de afvoeren maakt deel uit van natuurlijke fluctuaties over langere perioden. De beschouwde periode (1975-1982) is relatief kort t.o.v. deze bekende langjarige cycli.

- * Nutriënten

De in de Rijn, t.g.v. de toegenomen waterzuiveringsactiviteiten, gesignaleerde daling van het ammoniumgehalte is eveneens geconstateerd in die delen van het kustwater welke onder de directe invloed staan van de Rijnafvoer via de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet.

Een toename van het ortho-fosfaatgehalte is geconstateerd in de monding van de Westerschelde en in de Rottumraai ten noorden van het Eems-Dollard gebied.

- * Eutrofiëringssituatie.

Aangetoond is dat een toename van het chlorofyl-gehalte in voorjaar en zomer gepaard gaat met een daling van de nutriëntengehalten. Verondersteld wordt dat de voorafgaand aan de algengroei aanwezige nutriëntengehalten, naast factoren als licht en troebelheid (met name in het kustwater), mede bepalend zijn voor de maximaal bereikbare chlorofylgehalten. Tot nu toe echter heeft de in delen van de Noordzee geconstateerde toename van de nutriënten tussen 1976 en 1982 nog geen toename van de chlorofylgehalten tot gevolg gehad, wat duidelijk maakt dat geen uitspraken gedaan kunnen worden inzake de ontwikkeling van de eutrofiëringssituatie.

- * Metalen.

Gezien de korte duur van het onderzoek naar metalen in zeewater kunnen geen conclusies t.a.v. trends in de verontreinigingsgraad worden getrokken. Wel wordt geconstateerd dat hogere (totaal-)metaalgehalten gemeten zijn in gebieden met hogere zwevende stof gehalten zoals de Appenzakraai tot circa 20 km uit de kust en de strandlocaties van de (Zuid-)Hollandse kust. Ook de invloed van de rivierafvoeren komt tot uiting in verhoogde gehalten in de omgeving van de bronnen. Verder is geconstateerd dat de metalen vooral aan de fijnere fracties van de zwevende stof zijn gehecht.

- * Olie.

Het Nederlandse deel van de Noordzee ondervindt een aanzienlijke oliebelasting. De gehanteerde routinematige bemonsterings- en analysetechnieken geven onvoldoende inzicht in de oliegehalten wegens een hoge detectiegrens. Tevens kan de aard van de aanwezige olie nog niet worden bepaald.

- * Organische microverontreinigingen.

De gehalten aan organische microverontreinigingen in zeewater zijn uiterst laag en daarom vaak niet detecteerbaar. Vanaf 1975 zijn alleen in de strandmonsters fenol en synthetische detergenten bepaald. De gehalten vertonen een dalende trend. In 1981/1982 heeft het NIOZ voor het RIZA organische microverontreinigingen in zeewater bepaald, waarbij veel aandacht is geschonken aan monstername, monsterbehandeling, analyse en identificatie.

Er bleek onder meer dat water de belangrijkste transportfase is voor PCB-componenten met een lage chloreringsgraad en zwevende stof belangrijker wordt voor componenten met meer chlooratomen.

- Bij toetsing van de waterkwaliteit in de badzones langs de Nederlandse kust blijkt dat in tegenstelling tot voorgaande jaren (waarin werd getoetst aan de EEG-richtlijn) de kwaliteit in 1982 voldeed aan de in de concept „AMvB-kwaliteitsdoelstelling zwemwater” gestelde norm voor het E-coli-gehalte. De situatie rond Den Haag blijft evenwel aandacht verdienen.

- Aan de zuurstofnorm uit de concept „AMvB-kwaliteitsdoelstelling schelpdierwater” (zuurstofgehalte ≥ 7 mg/l) werd in de periode 1980-1982 in meerdere gevallen niet voldaan. Het is niet uit te sluiten dat de bemonsteringsmethodiek hierbij een rol heeft gespeeld. Wel zijn de gemeten zuurstofverzadigingspercentages veelal groter dan 75%.
- In het sediment langs de Nederlandse kust komen de hoogste gehalten aan zware metalen voor in de monding van het Haringvliet, ten noorden van de Nieuwe Waterweg en ter hoogte van IJmuiden. Op deze plaatsen werd relatief fijnkorrelig sediment aangetroffen. Geconcludeerd kan worden dat de kwaliteit van het sediment met name beïnvloed wordt door de afvoeren via het Haringvliet, de Nieuwe Waterweg en het Noordzeekanaal.
- De resultaten van het sinds 1979 uitgevoerde onderzoek in organismen voor het Joint Monitoring Programme leiden tot het volgende beeld:
 - mosselen: De laagste gehalten aan microverontreinigingen zijn aangetroffen in de monding van de Oosterschelde. De hoogste gehalten bij Borkum (Cr), bij meetpost Noordwijk (Zn en PCB's) en bij Vlissingen (Cd en Pb).
 - garnalen: De Pb-, Cd- en Cr-gehalten zijn veel lager dan in mosselen. Een lokatie met lage gehalten voor alle microverontreinigingen is niet eenduidig aan te geven. De hoogste gehalten aan microverontreinigingen worden aangetroffen bij meetpost Noordwijk

(Cd, Cu en Cr), bij de Maasvlakte (Hg, Pb en Zn) en ter hoogte van Breskens (PCB's).

botlever: Ook voor botlever is een lokatie met lage gehalten voor alle microverontreinigingen niet eenduidig aan te geven. De hoogste gehalten zijn aangetroffen bij IJmuiden (Pb en PCB's), ten noorden van Goeree (Hg, Zn, Cr, γ -HCH, DDT en HCB) en ter hoogte van Breskens (dieldrin).

De in de onderzochte organismen uit de Noordzee aangetroffen gehalten liggen, m.u.v. het cadmiumgehalte in niet commercieel beviste mosselen bij Meetpost Noordwijk, beneden de daarvoor gehanteerde consumptienormen.

- De beschikbare gegevens van de gehalten aan microverontreinigingen in sediment, water en organismen leiden tot de indicatie dat er voor bepaalde microverontreinigingen enige relatie bestaat tussen de gehalten in de drie genoemde compartimenten. Eenduidige conclusies zijn evenwel nog niet te trekken.
- Door het grotendeels ontbreken van ecologische doelstellingen en/of functie-gebonden normen voor zoute wateren is het momenteel niet goed mogelijk de algemene kwaliteit van het aquatisch milieu van de Noordzee te toetsen.
- De meetperiode 1975-1982 heeft een uitgebreide set gegevens opgeleverd welke geschikt zijn voor diverse studies naar de kwaliteit van het aquatisch milieu van het Nederlandse deel van de Noordzee.

10. Slotbeschouwing

10.1. Samenvatting en ontwikkelingen

10.1.1. Algemeen

De Noordzee is een relatief ondiepe randzee van de Atlantische Oceaan, hiermee in het zuiden verbonden via het Kanaal en in het noorden via een brede opening tussen Engeland en Noorwegen. De waterbeweging in de Noordzee wordt voornamelijk beïnvloed door getij, wind en de stroming op de Atlantische Oceaan. De stroming die overblijft na eliminatie van het getij, de zogenaamde reststroom, loopt van Schotland en de Engelse oostkust zuidwaarts, buigt ten zuiden van de Doggersbank naar het oosten en gaat langs de Deense en Noorse kust via het Skagerrak naar het noorden. In het Kanaal en de Zuidelijke Bocht en dus langs de Belgische en Nederlandse kust is de reststroom overwegend noordwaarts gericht.

Het Nederlandse deel van de Noordzee, bestaande uit de Nederlands territoriale drie mijls-zone en het Nederlandse deel van het Continentaal Plat, is relatief ondiep (maximaal circa 50 m).

In het Nederlandse kustwater monden een groot aantal waterlopen uit. De belangrijkste (qua afvoer) zijn het Haringvliet, de Nieuwe Waterweg en het IJsselmeer. Met deze afvoeren vormen de baggerspeciestoringen en de -minder nauwkeurig te bepalen- neerslag, de belangrijkste bronnen van verontreiniging. De invloed van deze bronnen op de algemene waterkwaliteit wordt regelmatig door Rijkswaterstaat onderzocht.

De doelstellingen van het routinematig waterkwaliteitsonderzoek omvatten een toestandsbeschrijving én de bepaling van de ontwikkelingen in ruimte en tijd.

Het routinematig onderzoek van de Noordzee bestaat uit een drietal zelfstandige onderdelen. Ten eerste het meetnet op de Noordzee, dat in de periode 1975-1982 in ongewijzigde vorm is uitgevoerd. Voor het zeegaande onderzoek is de m.s. „Holland” ingezet. Bij het onderzoek is voornamelijk aandacht besteed aan de parameters die een indruk geven van de zuurstof- en nutriëntenhuishouding. Begin 1983 is dit programma geoptimaliseerd naar meetfrequentie, aantal meetpunten en het parameterpakket. Tweede onderdeel vormt het strandbemonsteringsnet dat sinds de start in 1963 enkele malen is aangepast. Naast de reeds eerder genoemde parameters wordt in dit programma aandacht besteed aan de bacteriologische kwaliteit van het kustwater.

Het derde onderdeel vormt het onderzoek naar microverontreinigingen (zware metalen en organochloorverbindingen) in water, bodem en organismen dat sinds 1979 wordt uitgevoerd ten behoeve van het Joint Monitoring Programme in het kader van de Verdragen van Oslo en Parijs.

In navolging van reeds eerder verschenen rapportages over Rijn, Maas, Westerschelde en Waddenzee is in deze nota de waterkwaliteit van de Noordzee beschreven aan de hand van een evaluatie van de onder verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat routinematig uitgevoerde waterkwaliteitsmetingen in de periode 1975-1982. Dit is aangevuld met een inventarisatie van belastingsbronnen op basis van gegevens over de periode 1979-1982 en een beschrijving van de kwaliteit van het sediment en enige in de Noordzee voorkomende organismen.

10.1.2. Belastingsbronnen

Het Nederlandse deel van de Noordzee wordt met vele afvalstoffen belast via waterlopen, stortingen, lozingen en neerslag. Op basis van een inventarisatie over de periode 1979-1982 kunnen de volgende belangrijke bronnen aangegeven worden:

- de Nieuwe Waterweg (voornamelijk Rijnwater),
 - het Haringvliet (voornamelijk Rijn- en Maaswater),
 - stortingen van baggerspecie (Rotterdams havengebied, IJmuiden en Scheveningen),
 - de neerslag (minder nauwkeurig bekend),
- De overige belastingsbronnen zijn:
- de Westerschelde (met voorbelasting via voornamelijk de Schelde en het kanaal van Gent naar Terneuzen),
 - het IJsselmeer (voornamelijk Rijnwater); belast de Noordzee indirect via de Waddenzee, evenals de belasting uit het Eems-Dollard estuarium,
 - directe lozingen vanaf het land (voornamelijk mechanisch gezuiverd afvalwater van Den Haag en omstreken),
 - lozingen en verbrandingen van industrieel afval op zee,
 - operationele lozingen en calamiteiten van de scheepvaart en bij de winning van delfstoffen.

De grensoverschrijdende belasting (de belasting die vanuit het zuiden via de reststroom het Nederlandse deel van de Noordzee binnenkomt) is een zeer moeilijk te schatten post en is slechts indicatief beschreven.

10.1.3. Ontwikkeling van de waterkwaliteit in ruimte en tijd

De waterkwaliteitsbeschrijving in de nota is voornamelijk gebaseerd op een geselecteerd aantal punten uit het routineprogramma. De resultaten van alle meetpunten (inclusief strandlokalities) zijn gebruikt bij de opstelling van de gepresenteerde isoconcentratiefiguren. Berekeningen over ontwikkelingen in de tijd (trends) zijn uitgevoerd met het hiervoor ontwikkeld computerprogramma OST-WAT.

De analysesresultaten laten voor de meeste parameters een sterke seizoensafhankelijkheid zien, veroorzaakt door natuurlijke omstandigheden (temperatuur, rivierafvoeren, windsnelheden). Voor bijvoorbeeld nutriënten worden 's zomers, ten gevolge van versnelde omzettingsreacties en opname door algen, lagere gehalten waargenomen dan 's winters. Het zwevende stofgehalte is 's zomers lager dan 's winters mede door de geringere windactiviteit. In het algemeen kunnen twee concentratieverlopen met meest afnemende gehalten worden onderscheiden. Een gradiënt loopt van zuid naar noord evenwijdig aan de kust en de andere van oost naar west, loodrecht op de kust. Dit wordt onder meer veroorzaakt door de bijmenging van schoner water uit het Kanaal met het door de rivierafvoeren en lozingen beïnvloede kustwater. Verder spelen fysische, chemische en biologische processen een rol, welke in veel gevallen nog onduidelijk is.

Ten zuiden van de Westerscheldemonding en in het Hollandse kustwater komen hoge gehalten voor aan zwevende stof, nutriënten en microverontreinigingen.

Een gebied met, voornamelijk voor nutriënten, iets minder hoge gehalten ligt ten noorden van de Waddeneilanden. Het verloop van de saliniteit is precies omgekeerd, met hoge gehalten op zee en lagere in het door de rivierafvoeren beïnvloede kustwater.

De resultaten van het routinematig onderzoek in de periode 1975-1982 geven ontwikkelingen te zien die wijzen op zowel natuurlijke als door de mens veroorzaakte veranderingen.

De toevallige toename van de rivierafvoeren in deze periode veroorzaakte een daling van de zoutgehalten in het kustwater.

Voor de geconstateerde toename van de zuurgraad (als pH) kan geen duidelijke oorzaak worden aangegeven.

De verzadigingspercentages van het in het water van de Noordzee aanwezige zuurstof liggen veelal boven de 75%. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen dag- en nachtwaarden aangetoond.

De toename van nutriëntengehalten (met name fosfaat) in delen van het Nederlandse deel van de Noordzee heeft nog niet geleid tot een toename van de hoeveelheid algen (gemeten als chlorofyl-a). Wel is een toename van het koolstofgehalte (gemeten als totaal organisch koolstof) gesignaleerd. Er bestaat echter nog onvoldoende inzicht in de factoren die van invloed zijn op de eutrofiëringsprocessen in het Nederlandse kustwater.

Onderzoek in deze komt dan ook als een belangrijke aanbeveling naar voren.

De waargenomen oliegehalten zijn slechts indicatief en geven nog onvoldoende inzicht in de gehele olieproblematiek.

Met betrekking tot de meeste (organische en anorganische) microverontreinigingen kunnen geen ontwikkelingen in de tijd worden aangegeven vanwege de te korte meetreeksen (1979-1982). Voor wat betreft de synthetische detergenten en fenol, welke sinds 1975 in de monsters van de strandlokalities geanalyseerd worden, kan een dalende trend worden waargenomen. De gehalten aan microverontreinigingen in zeewater zijn, analytisch gezien, uiterst laag en daarom vaak moeilijk of niet detecteerbaar. Wel is aangetoond dat gehalten aan anorganische microverontreinigingen in het kustwater duidelijk verhoogd zijn t.o.v. het zeewater. Dit geldt (behalve voor kwik) zowel voor het totaal als het opgeloste gehalte. Tevens is er een duidelijke relatie met de zwevende stof gesignaleerd. Inzicht in de transportprocessen van de zwevende stof is dan ook van belang om de verspreiding van verontreinigingen te leren kennen.

De bacteriologische kwaliteit (waarvoor de thermotolerante bacteriën van de coligroep als belangrijkste indicator worden gebruikt) van het water langs de stranden van de Zuid-Hollandse kust (met name in de omgeving van Den Haag) wordt beïnvloed door de lozingen van effluent en slijk van de mechanische zuiveringsinstallatie „Houtrust“.

Voor een beperkt aantal parameters kan worden getoetst aan de bestaande richtlijnen voor zwem- en schelpdierwater. De strandlokalities blijken in de meeste gevallen te voldoen aan de concept AMvB voor zwemwater terwijl de toetsresultaten van de concept AMvB voor schelpdierwater alleen vragen opwerpen over de soms te lage zuurstofgehalten in het kustwater.

Van een aantal microverontreinigingen worden verhoogde gehalten aangetroffen in slib en organismen uit de nabijheid van de verontreinigingsbronnen Haringvliet, Nieuwe Waterweg en Noordzeekanaal. De relatie is echter niet voor alle onderzochte organismen aangetoond. Onbekendheid met de vorm van voorkomen en de biologische beschikbaarheid van de verontreinigingen enerzijds en de wijze van opname door organismen anderzijds bemoeilijkt de interpretatie van de verschillen tussen de gehalten in de diverse organismen. Nader onderzoek in deze is nodig voor een beter begrip van de relaties tussen de verontreinigingsgehalten in water, bodem en organismen.

10.1.4. Toekomstige ontwikkelingen

Als uitgangspunt voor het milieubeleid van de Noordzee geldt het duurzame behoud van ecologische waarden, waarvoor een toetsingskader echter nog grotendeels ontbreekt. Er zijn, voor wat betreft zoute wateren, studies gaande naar een dergelijk kader. Begin 1984 wordt de opstelling van zogenaamde referentiewaarden (gehalten die zo goed mogelijk de natuurlijke gehalten in zoute wateren benaderen) afgerond, welke gebruikt kunnen worden voor het Indikatief Meerjaren Programma 1985-1989.

Daarnaast is in het kader van de werkzaamheden van de Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren

(CUWVO) een start gemaakt met de opstelling van ecologische doelstellingen voor de estuaria en de Waddenzee.

De wetenschappelijke kennis van het functioneren van het ecosysteem is beperkt, zodat initiatieven genomen moeten worden tot het verrichten van integraal ecosysteem onderzoek. In de nota „Harmonisatie Noordzeebeleid“ worden aanzetten gegeven voor dergelijke initiatieven. Het uit te voeren beleidsontwerpend onderzoek dient zich mede te richten op de ontwikkeling van modelmatig inzicht. In het in 1984 uit te brengen Waterkwaliteitsplan Noordzee zal een eerste invulling van het waterkwaliteitsbeleid voor het Nederlandse deel van de Noordzee worden gegeven.

Ingevolge de wijziging van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren in juni 1981 moeten per 1-1-1984 waterkwaliteitsplannen zijn vastgesteld. In het ontwerp Rijkswaterkwaliteitsplan is voorzien in de bouw van een biologische afvalwaterzuivering voor Den Haag en omstreken.

Ten aanzien van ontwikkelingen op het gebied van de waterkwaliteit van de Rijn (beïnvloeding van de Noordzee via Haringvliet, Nieuwe Waterweg, uitwateringskanaal Katwijk, Noordzeekanaal en IJsselmeer) zijn in het Rijnwater dalingen van het ammoniumstikstofgehalte en het biochemisch zuurstofverbruik te verwachten en een stijging van het nitraatstikstofgehalte.

De vermindering van de belasting met microverontreinigingen hangt voor een belangrijk deel af van de ontwikkelingen in het kader van de Internationale Rijn Commissie (IRC) en de Europese Gemeenschappen. Voor de lozingen van kwik, cadmium en chroom zijn reeds afspraken gemaakt, terwijl een groot aantal stoffen voor nadere studie zijn geselecteerd.

Voor wat betreft de Maas (beïnvloeding van de Noordzee via de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet) zijn alleen uitspraken mogelijk inzake de radioactiviteit. Door de voorgenomen uitbreiding van kerncentrales in Frankrijk en België zal het tritiumgehalte van het Maaswater aanzienlijk toenemen bij gemiddelde afvoer. Ook voor de belasting van de Noordzee via de Westerschelde geldt dat de sanering in het buitenland van groot belang is voor een vermindering van de vuillast. Duidelijk inzicht in de te verwachten ontwikkelingen ontbreekt evenwel.

Door de uitvoering van het Slufterdam project zal verontreinigde baggerspecie -welke nu nog deels in de Noordzee wordt gestort- voor de kust van Voorne Putten worden geborgen. Over de gevolgen van deze ingreep op het aquatisch milieu zijn in het kader van een proef - Milieu Effect Rapportage nog studies gaande, welke mede bepalend zijn voor de uitvoering van dit project.

Het aquatisch milieu-onderzoek van de Noordzee dient zich te richten op het verkrijgen van inzicht in de beïnvloedende processen en in de paden en lotgevallen van de microverontreinigingen. Het routinematig waterkwaliteitsonderzoek moet hiervoor basismateriaal aandragen. Met het groeien van het inzicht in het ecosysteem van de Noordzee zal een betere selectie gemaakt kunnen worden van de parameters waarmee de toestand kan worden beschreven en de ontwikkelingen kunnen worden gevolgd. Een regelmatige beoordeling van de inhoud van het routineprogramma zal hiervoor noodzakelijk zijn.

10.2. Aanbevelingen

De beschrijving van de waterkwaliteit van de Noordzee in de periode 1975-1982 heeft een aantal punten aan het licht gebracht welke nadere aandacht verdienen. Hiertoe zijn, uitgesplitst naar de onderwerpen:

- het -routinematig-waterkwaliteitsonderzoek en
- factoren van invloed op de waterkwaliteit,

in deze paragraaf een aantal aanbevelingen geformuleerd.

Hierbij is meer getracht richting te geven aan benodigd onderzoek dan dat concrete onderzoeksvoorstellen zijn geformuleerd.

Op reeds in gang gezet onderzoek zal bij de betreffende punten kort worden ingegaan.

10.2.1. Het -routinematig-waterkwaliteitsonderzoek

- Inzicht in de actuele waterkwaliteit en de ontwikkeling daarvan.

Uit de waterkwaliteitsbeschrijving is gebleken dat een aantal parameters (zoals zwevende stof en chlorofyl) sterke fluctuaties vertonen. Hierdoor wordt het vaststellen van een ruimtelijk beeld én van trends sterk bemoeilijkt. Nieuwe meet- en bemonsteringstechnieken kunnen hierin verbetering brengen.

De gebruiksmogelijkheden van remote sensingtechnieken vanuit vliegtuigen of satellieten voor het waarnemen van de ruimtelijke verspreiding van chlorofyl en zwevende stof zijn aangetoond. Het verdient aanbeveling het onderzoek naar de praktische bruikbaarheid te intensiveren.

Ten einde meer inzicht te verkrijgen in de dag/nacht- en getijfluctuaties zijn in 1983 13- en 24-uurs scheepsmetingen uitgevoerd, waarbij ook variaties in de vertikaal zijn onderzocht. Gezien de wens om meer inzicht te krijgen in de optredende variaties dient de haalbaarheid van een automatische meetopstelling (bijvoorbeeld op Meetpost Noordwijk) te worden onderzocht.

- Bemonsteringsfrequentie.

In de in 1983 uitgevoerde optimalisatie van het Noordzeemetnet is de frequentie voorlopig vastgesteld op tenminste 20 waarnemingen per jaar. Op deze wijze kunnen eventuele trends in de diverse parameters in een periode van vijf jaar worden gedetecteerd.

Een nadere kwantificering van de gewenste te detecteren trends verdient aanbeveling, teneinde tot een zo optimaal mogelijke frequentie te komen.

- Afstemming bemonsteringsprogramma's.

Er worden belangrijke verschillen in concentratieniveaus gevonden tussen strand- en zeebemonsteringen. Teneinde een betere interpretatie van de verschijnselen in het kustwater mogelijk te maken dienen de strand- en zeebemonsteringsprogramma's op elkaar te worden afgestemd. Aanbevolen wordt bemonsteringen in de kustzone (tussen de huidige strand- en scheepsbemonsteringen) uit te voeren, omdat belangrijke transporten dicht onder de kust plaatsvinden. Uit het oogpunt van optimalisatie van het routineprogramma dient het onderzoek naar zware metalen in zeewater, dat tot nu toe in het kader van het Joint Monitoring Programme wordt uitgevoerd, uiteindelijk in het routineprogramma te worden opgenomen. Tot slot dienen de mogelijkheden van internationale afstemming van bemonsteringsprogramma's onderzocht te worden.

- Waterkwaliteitsdoelstelling.

Voor een zorgvuldige toetsing van de waterkwaliteit dienen, naast de beschikbare normen voor zwem- en schelpdierwater, ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen en/of referentiewaarden te worden ontwikkeld. De werkzaamheden in het kader van de CUWVO-V (werkgroep V van de Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren) t.b.v. ecologische doelstellingen en in het kader van het derde Indikatief Meerjaren Programma water 1985-1989 t.b.v. referentiewaarden voor zoute wateren vormen een aanzet in deze richting.

- Eigenschappen parameters.

* Zwevende stof

Zwevende stof is een belangrijk transportmedium voor microverontreinigingen. Ten einde meer inzicht te verkrijgen in de slijbverspreiding en in het gedrag van de aan slijb gehechte verontreinigingen wordt hieraan onder meer in de

Coördinatiegroep Slib van de Raad van Overleg voor het Fysisch Oceanografisch Onderzoek van de Noordzee onderzoek verricht. Ook binnen het routineprogramma verdient de parameter zwevende stof blijvende aandacht. Ten aanzien van de strandmonsters is een beperkte kennis van de korrelgrootteverdeling van de zwevende stof van belang. Hiertoe is in 1983 gestart met een scheiding zand/slib volgens de natte zeefmethode over 63 µm.

* Zuurstofhuishouding

Aandacht dient te worden besteed aan de onderschrijdingen van de zuurstofnorm uit de schelpdierrichtlijn in het kustwater. Nagegaan moet worden of er sprake is van een normaal natuurlijk verschijnsel en wat de invloed is van de bemonsteringsmethodiek.

* Eutrofiëringssituatie

Het eutrofiëringsonderzoek in de Noordzee verkeert nog in een beginstadium. Door Rijkswaterstaat is een eerste aanzet gemaakt onder de volgende formulering: „Uitgaande van een goede probleemanalyse en met behulp van gericht onderzoek komen tot resultaten die antwoord kunnen geven op beleids- en beheersvragen m.b.t. de eutrofiëring van de Nederlandse zoute wateren”.

Het in de periode 1975-1982 uitgevoerde routineonderzoek draagt veel materiaal aan voor de uit te voeren probleemanalyse. Tevens zijn in de voorliggende rapportage een aantal onduidelijkheden gesignaleerd als:

o Een stijging in de voedingstoffengehalten (N en P) in delen van de Noordzee heeft nog niet geleid tot een toename van de chlorofylgehalten, wat leidt tot vragen naar de relatie tussen nutriënten en chlorofyl, rekening houdend met factoren als licht en troebelheid.

o De relatie TOC-chlorofyl

In de probleemanalyse verdient de koolstofhuishouding meer aandacht. Naast het totale koolstofgehalte (TOC) moet dan ook het opgeloste (DOC) en mogelijk het particulaire (POC) koolstof worden onderzocht.

In het geoptimaliseerde Noordzee-meetnet wordt naast TOC reeds DOC gemeten.

* Thermotolerante bacteriën van de coligroep

Door de in de komende jaren door te voeren saneringen van de afvalwaterlozingen van Den Haag en Rotterdam zal de bacteriologische belasting afnemen. Het effect hiervan dient te worden onderzocht. In 1983 is reeds gestart met een onderzoek waarin de uitgangssituatie wordt vastgelegd en waarin het relatieve belang van de diverse bronnen wordt nagegaan.

Tevens wordt aanbevolen de haalbaarheid van de virusbepaling (dan wel een indicator hiervoor) te onderzoeken, gezien het belang van deze parameter in de concept „AMvB-kwaliteitsdoelstelling zwemwater”.

* Metalen

De metaalgehalten in zout water zijn laag. Ten gevolge van problemen in monsternamen en analyse heeft het programma de eerste twee jaar niet optimaal gefunctioneerd. In vergelijking met andere nationale én internationale resultaten worden verschillen geconstateerd. Het verdient aanbeveling middels bijvoorbeeld intercalibratieprogramma's aandacht te blijven schenken aan de bepaling van de metaalgehalten en hierin de relatie met het zwevende stof te betrekken. Tevens wordt aanbevolen de detectiegrenzen van opgeloste en totaal metaalgehalten, met name voor kwik, te verbeteren.

* Olie

De problematiek van minerale olie op en in de Noordzee verdient nadere aandacht. Er wordt veel inspanning geleverd m.b.t. de opsporing en verwijdering van eventuele olie-

vlekken. In het routineprogramma is een goede indruk gewenst van het oliegehalte.

Hiertoe dient de nauwkeurigheid van de olie-analyse in zee-water alsmede de detectiegrens te worden verbeterd. Hieraan wordt door het RIZA gewerkt.

- * **Organische microverontreinigingen**

Naast de aandacht voor de zuurstof- en nutriëntenhuishouding geeft het waterkwaliteitsonderzoek van de zee recentelijk een verschuiving te zien richting anorganische en organische microverontreinigingen in water, slib en organismen.

Het onderzoek naar organische microverontreinigingen in zeewater verkeert, mede vanwege de zeer lage gehalten, nog in een verkennend stadium. Het in 1981/1982 door het NIOZ, in opdracht van RWS, gestarte onderzoek in deze zal ook in 1983 worden uitgevoerd en verdient voortgezet te worden.

- * **Radioactieve verontreinigingen**

In de verslagperiode is betrekkelijk weinig aandacht geschonken aan het voorkomen van radioactief materiaal in de Noordzee. In het geoptimaliseerde Noordzeemeetnet wordt hiertoe, in het kader van de CCRX (Coördinatiecommissie voor metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen), op 4 meetpunten (A_{20} , T_{70} , C_{20} , en R_{70}) met een frequentie van viermaal per jaar onderzoek verricht naar cesium (^{134}Cs en ^{137}Cs), tritium (^3H) en strontium (^{90}Sr). Het is gewenst de resultaten te volgen en te evalueren teneinde dit onderdeel van het routineprogramma na verloop van tijd waar nodig bij te stellen.

- **Relatie waterkwaliteit, slib en organismen.**

Vanwege de lage gehalten in de waterfase en de accumulatie van microverontreinigingen in slib en organismen wordt veel aandacht aan deze compartimenten geschonken. Met betrekking tot de gehalten aan microverontreinigingen in organismen dient in de uit te voeren evaluatie aandacht te worden geschonken aan de relatie tussen water en slib met de organismen. Dit om de resultaten, die verschillen voor de onderzochte organismen, te kunnen verklaren.

Er moet naar worden gestreefd het onderzoek naar microverontreinigingen zodanig uit te voeren dat uiteindelijk dat compartiment wordt onderzocht waarin de beïnvloeding van het aquatisch milieu het duidelijkst tot uiting komt en waarin de ontwikkelingen het best kunnen worden gevolgd.

10.2.2. Factoren van invloed op de waterkwaliteit.

- **Chemische en biologische processen**

De waterkwaliteit wordt mede bepaald door optredende chemische en biologische processen in het aquatisch milieu. Kennis van deze processen is mede noodzakelijk om waargenomen veranderingen in de kwaliteit te kunnen verklaren. De ontwikke-

ling van modellen kan hieraan een belangrijke bijdrage leveren. In het toekomstige waterkwaliteitsbeleid zal meer aandacht worden geschonken aan het functioneren van het ecosysteem in de Noordzee. In het in 1984 uit te brengen Waterkwaliteitsplan Noordzee zal een eerste invulling van het beleid worden gegeven, alsmede een aanzet voor het hiervoor benodigde chemische en biologische onderzoek. De Stuurgroep Ecologisch Onderzoek Noordzee (SEON) en de Coördinatiegroep Slib (Raad van Overleg voor het Fysisch Oceanografisch Onderzoek van de Noordzee) zijn reeds betrokken bij het hierboven genoemde onderzoek.

- **Stromingssituatie.**

De huidige kennis van het stromingsbeeld langs de Nederlandse kust is alleen voldoende voor een kwalitatieve en globale interpretatie van de waterkwaliteit. Voor een meer gedetailleerde en kwantitatieve verklaring is betere kennis nodig van de transportprocessen (reststroom en dispersie). Onderzoek vindt plaats binnen het kader van de Raad van Overleg. Gerichte metingen zijn noodzakelijk om een beter inzicht te krijgen in de belangrijkste transportmechanismen. Tevens is inspanning vereist voor de verdere ontwikkeling van adequate wiskundige simulatiemodellen.

- **Bronnen.**

De in de rapportage aangegeven bronnen van verontreiniging zijn van grote invloed op de waterkwaliteit van het Nederlandse kustwater. Een goede kwantitatieve kennis van de bronnen is dan ook belangrijk. Hiertoe dient aandacht te worden geschonken aan:

- * eenduidige vrachtberekeningen via de diverse waterlopen,
- * een nauwkeurigere bepaling van de grensoverschrijdende belasting, waartoe onderzoek in de waterkolom (vertikaal-metingen) en getijfluctuatietingen moeten worden uitgevoerd,
- * de natte en droge atmosferische depositie op de Noordzee. Aanbevolen wordt op de Noordzee onderzoek naar de (water-)kwaliteit van de neerslag uit te voeren.

- **Slibhuishouding.**

De kennis van de slibhuishouding van het kustgebied is nog gering. Daar verontreinigingen zich hechten aan slib (zwevende stof en sediment) is kennis van erosie, transport en sedimentatie van belang om de verspreiding van verontreinigingen in verschillende delen van het kustgebied te kunnen volgen. Natuurwaarnemingen dienen te worden uitgevoerd om de belangrijkste erosie- en sedimentatiegebieden op te sporen en om informatie te verkrijgen over de transportprocessen. Wiskundige modellen voor de simulatie van de verspreiding van de zwevende stof dienen te worden ontwikkeld.

Geraadpleegde literatuur

1. Eisma, D. De Noordzee. Utrecht enz., Spectrum, 1980.
2. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee. Beschrijving van het abiotisch en biotisch milieu van het Nederlands Continentaal Plat. Texel, 1978. (NIOZ 1978-3).
3. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Umweltproblemen der Nordsee. Sondergutachten. Stuttgart, Kohlhammer, 1980.
4. Cuyvers, L. Het beheer van onze zeeën. Antwerpen enz., De Nederlandsche Boekhandel, 1981.
5. Werkgroep Noordzee. Een Nederlands Noordzeebeleid; verslag van een discussie. Amsterdam, 1980.
6. Ministerie van Economische Zaken. Aardgas en aardolie in Nederland en op de Noordzee. 's-Gravenhage, 1982.
7. Rijksplanologische Dienst. Aspecten van de Noordzee. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij, 1980. (80-5).
8. Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater. De waterkwaliteit van de Rijn in Nederland in de periode 1970-1981. Lelystad, 1982. (82-061).
9. Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater. De waterkwaliteit van de Westerschelde in de periode 1964-1981. Lelystad, 1982. (82-063).
10. Draft fifth annual report on the activities of the Paris Commission. Berlijn, 1983.
11. Laevastu, T. Surface water types of the North Sea and their characteristics. Serial Atlas of the marine environment, folio 4. New York (Am. Geogr. Soc.), 1963.
12. Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater. De waterkwaliteit van de Maas in de periode 1953-1980. Lelystad, 1981. (81-048).
13. Rijkswaterstaat - Directie Noordzee. Waterkwaliteitsplan kustwateren, concept. Rijswijk, augustus 1983.
14. TNO. Pollution of the North Sea from the atmosphere. Delft, 1983. (CL 82/152).
15. Glaser, J.A. e.a. Trace analyses for waste water. Env. Sc. and Techn. 15 (1981) 12, p. 1426 e.v.
16. Rijkswaterstaat -Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. A preliminary investigation into the possibility of erosion in the area of Flemish Banks. 's-Gravenhage, 1977. (FA 7702).
17. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. Maandelijks overzicht der weersgesteldheid. De Bilt, 1975 t/m 1982.
18. Waterloopkundig Laboratorium. Metalen in boorkernen en oppervlaktosedimenten van de Noordzee. Delft, 1983. (M 1676).
19. Hill, M.N. The sea, vol.II. New York, John Wiley & Sons, 1969.
20. Duinker, J.C. e.a. Dissolved copper, zinc and cadmium in the Southern Bight of the North Sea. Marine Pollution Bulletin 13 (1982) 3, p. 93-96.
21. Rijkswaterstaat - Directie Noordzee. Noordzee-Olieverontreiniging, concept. Rijswijk, 1982.
22. Interdepartementale coördinatiecommissie voor Noordzee-aangelegenheden. Inventarisatie-rapport Noordzee. 's-Gravenhage, 1981.
23. Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater. Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren, driemaandelijkse publikaties van waterkwaliteitsgegevens. Lelystad, div. jaargangen.
24. Coördinatiecommissie uitvoering wet verontreiniging oppervlaktewateren - werkgroep V. Aanbevelingen voor beoordeling en presentatie van waterkwaliteitsgegevens. 1983.
25. Gemeentewerken Rotterdam e.a. Milieu-aspekten onderhoudsbaggerspecie; analyse-resultaten monstercampagne 1981. Rotterdam, 1982.
26. Waterzuiveringsmaatschappij van het Kustbekken. De lozing van afvalwater in het kustwater. Oostende, 1981.
27. Rijkswaterstaat - Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Overzicht van ingewonnen gegevens in het kader van het Meetnet Golfklimatologie tot april 1981. 's-Gravenhage, 1981. (WWKZ-81G. 246).
28. Rijkswaterstaat -Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Onderzoek oppervlaktebemonstering slib in de Westerschelde, periode 1969-1980. 's-Gravenhage, 1982. (WWKZ-82. V.003).
29. Waterloopkundig Laboratorium. Inventarisatie en geochemisch gedrag van zware metalen in de Schelde en Westerschelde. Delft, 1981 (M1640/M1736).
30. Rijkswaterstaat - Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Quasisynoptische saliniteitsmetingen in de zuidelijke Noordzee (oostzijde). 's-Gravenhage, 1981. (0781-FA).
31. Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater. De waterkwaliteit van de Waddenzee 1971-1981. Lelystad, 1982 (82.065).
32. Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater. De Nederlandse bijdrage aan het Joint Monitoring Programme 1980. Lelystad, 1982. (82.058).
33. TNO. Kwik, lood, cadmium, koper, zink en chroom in mosselen, garnalen, bot(lever) en kabeljauwlever, Joint Monitoring Programme 1979-1982. IJmuiden, 1983. (0-392).
34. Rijkswaterstaat - Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Afvoergegevens noordelijk Deltabekken. 's-Gravenhage, 1976. (11.003.03).
35. Eisma, D. Sedimentatie van gesuspenderd materiaal in de Noordzee. In „Texel 1978“; verslagen van een tweedaagse werkbijeenkomst op het NIOZ in februari 1978. Texel, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, 1978.

36. Fransz, H.G. De betekenis van resttransport en diffusie voor het planktonstelsel en de nutriëntenbalans van de zuidelijke bocht van de Noordzee. In „Texel 1978” zie 35.
37. Duinker, J.C. Verspreiding van rivierwater en daarin aanwezige verontreinigingen (metalen). In „Texel 1978” zie 35.
38. Duinker, J.C. e.a. The river Elbe: processes affecting the behaviour of metals and organochlorines during estuarine mixing. *Neth. J. of Sea Res.* 15 (1982).
39. Duinker, J.C. e.a. The river Weser: processes affecting the behaviour of metals and organochlorines during estuarine mixing. *Neth. J. of Sea Res.* 15 (1982).
40. Duinker, J.C. e.a. The river Varde A; processes affecting the behaviour of metals and organochlorines during estuarine mixing. *Neth. J. of Sea Res.* 14 (1980).
41. Kautsky, H. e.a. Results of the Radiological North Sea Programme RANOSP 1974 to 1976. *Deutsche Hydrogr. Z.* 33 (1980) 4. p. 152-157.
42. Tweede Kamer der Staten Generaal. Harmonisatie Noord-zeebeleid. 's-Gravenhage, Staatuitgeverij, 1981 (17408).
43. Verslag van de minister van Verkeer en Waterstaat aan de Staten Generaal over de toepassing van de Wet Verontreiniging Zeewater gedurende 1981, concept. 's-Gravenhage, 1983.
44. Duinker, J.C. e.a. Analyses van geselecteerde chloorkoolwaterstoffen in zeewater oplossing en suspensie. Uitgevoerd door het NIOZ in opdracht van het RIZA. Texel, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, 1983.
45. Schilperoort, T. e.a. Optimalisatie van de bemonsteringsfrequentie van routinematig waterkwaliteitsonderzoek. *H₂O* 15 (1982) 5.
46. Otto, L. Currents and water balance in the North Sea. In: *North Sea Dynamics*. Berlijn etc., Springer, 1983. p. 26-43.
47. Annual report on all incineration operations carried out in 1981; annex 5 of the draft eight annual report on the activities of the Oslo Commission. Berlijn, 1983.
48. Duinker, J.C. The determination of suspended metals in coastal waters by different sampling and processing techniques (filtration, centrifugation). *Neth. J. of Sea Res.* 13 (1979) 2.
49. Discharges of hydrocarbons from offshore exploration and exploitation platforms in 1981; annex 11 of the draft fifth annual report on the activities of the Paris Commission. Berlijn, 1983.
50. Summary of the amounts dumped in the Oslo Convention Area, 1976-81; annex 3 of the draft eight annual report on the activities of the Oslo Commission. Berlijn, 1983.

Bijlage 1

Overzicht van normen met betrekking tot de waterkwaliteitsdoelstelling zwemwater volgens concept-AMvB (november 1982).

Parameter	Norm	Opmerkingen
zuurgraad	$6,5 \leq \text{pH} \leq 9,0$	- natuurlijke overschrijding mogelijk. - metingen in de maanden mei t/m september. - afhankelijk van het voorkomen van hinderlijke effecten wordt de bemonsteringsfrequentie bepaald.
doorzicht	$\geq 1,0 \text{ m}$	
th.coli	mediaan $\leq 3,0/\text{ml}$	
kleur	natuurlijk	
geur	afwezigheid van hinderlijke geuren, in het bijzonder fenol	
schuim	natuurlijk	- indien er aanwijzingen bestaan dat de waterkwaliteit ten aanzien van een parameter niet aan de norm voldoet, dient onderzoek plaats te vinden ten aanzien van die parameter.
olie	niet zichtbaar	
vuil	afwezig	
faecale streptococci	mediaan $\leq 3/\text{ml}$	
salmonellae	niet aantoonbaar in 100 ml.	
entero-virussen	niet aantoonbaar in 1 l	- indien verslechtering van de waterkwaliteit wordt vermoed ten aanzien van deze parameters, dient onderzoek plaats te vinden.
fenolen	$\leq 10 \mu\text{g/l}$	
olie	$\leq 200 \mu\text{g/l}$	
synthetische detergents	$\leq 200 \mu\text{g/l}$	
zuurstof	$\geq 5 \text{ mg/l}$	
organachloor- en fosfor-pesticiden, metalen en cyanide		

Toetsing van gemeten parameters aan de waterkwaliteitsdoelstelling zwemwater op de strandlocaties Wassenaarsche Slag en Egmond a.zee.

parameter	meetpunt	aantal waarnemingen in de periode mei t/m september			minimum			maximum			toetswaarde*)			aantal overschrijdingen van de norm			toetsresultaat		
		1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982
Wassenaarsche Slag	zuurgraad	25	26	19	7,80	7,70	7,90	8,70	8,30	8,50	8,30	8,10	8,30	0	0	0	+	+	+
	th.coli	19	21	11	0,14	0,13	0,40	22,0	35,0	5,0	3,3	2,3	1,1				-	+	+
	zuurstof	25	25	19	7,4	8,1	8,0	11,2	11,2	11,4	7,9	8,3	8,0	0	0	0	+	+	+
	fenolen	25	26	13	0	0	0	3	9	2	2	5	2	0	0	0	+	+	+
	synt. detergents	25	25	11	0,01	0	0,03	0,08	0,07	0,12	0,06	0,06	0,06	0	0	0	+	+	+
Egmond aan Zee	zuurgraad	25	26	19	7,80	7,7	7,8	8,40	8,2	8,7	8,20	8,1	8,5	0	0	0	+	+	+
	th.coli	11	10	14	0,11	0,02	0	4,6	3,33	24,0	0,70	0,49	0,3				+	+	+
	zuurstof	25	25	19	7,7	7,7	7,4	11,2	11,2	15,1	8,1	8,2	7,9	0	0	0	+	+	+
	fenolen			13			0			3			2			0			+
	synt. detergents	25	25	12	0,02	0	0,02	0,08	0,08	0,10	0,07	0,07	0,07	0	0	0	+	+	+

*) De toetswaarde is de waarde uit de meetreeks die wordt getoetst aan de norm. De toetswaarde wordt verkregen door het aantal toegestane overschrijdingen (bij 11 t/m 19 waarnemingen 1 overschrijding en bij 20 t/m 29 waarnemingen 2 overschrijdingen) uit de meetreeks te verwijderen (lit. 24).

Bijlage 2

Overzicht van normen met betrekking tot de waterkwaliteitsdoelstelling schelpdierwater volgens concept-AMvB (november 1982).

parameter	Norm	Opmerkingen
zuurgraad	$7,5 \leq \text{pH} \leq 9,0$	
temperatuur	niet meer dan 2°C verhoging t.o.v. natuurlijke waarde	
kleur	niet meer dan 10 mg Pt/l verschil t.o.v. natuurlijke waarde	
zwevende stof	niet meer dan 30% verhoging t.o.v. natuurlijke waarde	
saliniteit	$\leq 40 \text{ g/kg}$	niet meer dan 10% verschil tussen gemeten en natuurlijke waarde
geur	natuurlijke geur van schelpdieren	- onderzoek vindt plaats indien ten aanzien van schelpdiervees afwijkingen worden vermoed.
smaak	natuurlijke smaak van schelpdieren	
th.coli	$\leq 3/\text{ml}$ in vlees en vloeistof binnen de schelp	
zuurstof	$\geq 7 \text{ mg/l}$	- indien de waterkwaliteit aan de doelstelling voldoet en er geen verontreinigende of schadelijke stoffen in het water gebracht (zullen) worden is onderzoek niet noodzakelijk.
olie	geen zichtbare film op het wateroppervlak	
gehalogeneerde organische stoffen en zware metalen	de concentraties van deze stoffen mogen geen schadelijke effecten aan schelpdieren of -larven veroorzaken	

Toetsing van gemeten parameters aan de waterkwaliteitsdoelstelling schelpdierwater op de lokaties S₁, S₄, S₁₀, G₆ en G₁₀.

parameter	meetpunt	aantal waarnemingen in de periode januari t/m december			minimum			maximum			toetswaarde			aantal overschrijdingen van de norm			toetsresultaat		
		1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982
zuurstof	S ₁	12	19	21	7,5	7,0	6,4	10,3	10,3	10,6	7,8	7,2	6,8	0	0	5	+	+	-
zuurgraad		12	19	21	7,26	7,68	8,13	8,64	8,53	8,75	8,45	8,52	8,75	1	0	0	+	+	+
saliniteit		12	19	21	29,08	28,85	28,08	32,75	32,74	33,13	32,18	32,24	32,80	0	0	0	+	+	+
zuurstof	S ₄	12	19	21	7,2	7,0	6,4	10,5	10,3	10,8	7,3	7,5	10,6	0	0	3	+	+	-
zuurgraad		12	19	21	7,91	7,73	8,17	8,67	8,56	8,79	8,45	8,53	8,69	0	0	0	+	+	+
saliniteit		12	19	21	29,85	29,19	28,97	32,90	32,78	33,56	32,42	32,75	33,03	0	0	0	+	+	+
zuurstof	S ₁₀	18	26	23	6,5	7,2	6,4	10,7	10,3	10,7	6,7	7,4	6,7	4	0	5	-	+	-
zuurgraad		19	26	23	7,84	7,67	8,17	8,70	8,58	8,77	8,60	8,49	8,53	0	0	0	+	+	+
saliniteit		19	26	23	29,05	30,51	29,86	33,10	33,90	33,78	33,01	33,34	33,38	0	0	0	+	+	+
zuurstof	G ₆	23	22	23	6,4	7,0	6,9	11,2	10,3	11,9	7,0	7,5	7,4	2	0	1	+	+	+
zuurgraad		23	22	23	6,80	7,80	8,16	8,63	8,61	8,80	8,37	8,56	8,67	1	0	0	+	+	+
saliniteit		23	22	23	23,84	14,94	22,17	32,25	31,60	34,05	31,36	31,14	31,51	0	0	0	+	+	+
zuurstof	G ₁₀	23	22	23	7,0	6,6	6,5	10,4	10,1	12,1	7,3	7,6	7,0	0	2	2	+	+	+
zuurgraad		23	22	23	7,30	7,85	8,18	8,70	8,59	8,85	8,39	8,45	8,67	1	0	0	+	+	+
saliniteit		23	22	23	29,05	27,37	27,53	32,97	31,99	32,98	32,43	31,66	32,50	0	0	0	+	+	+

Bijlage 3

Overzicht van waterkwaliteitsparameters aan de hand van gemiddelden, minima en maxima op jaarbasis op de locaties A₂, T₂, T₇₀ en R₃ over de periode 1976-1982.
(n.m. = niet meetbaar)

3.1

Parameter: saliniteit (‰)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	31,38	31,34	30,56	30,86	30,13	29,47	29,62
minimum	29,49	30,57	29,35	28,71	28,95	27,23	25,73
maximum	33,13	32,29	31,73	32,47	31,68	31,60	31,62
T ₂ gemiddeld	29,66	27,55	27,10	27,95	27,83	26,86	27,91
minimum	26,11	17,49	22,66	21,86	24,54	16,39	22,81
maximum	31,60	31,76	30,78	30,55	30,47	31,46	30,55
T ₇₀ gemiddeld	34,78	34,96	34,72	34,75	34,80	34,63	34,43
minimum	34,03	34,63	34,47	34,47	34,12	34,32	34,06
maximum	35,04	35,18	34,93	34,97	35,06	35,01	34,69
R ₃ gemiddeld	30,93	30,57	30,01	30,02	29,00	28,40	29,54
minimum	27,78	28,66	27,46	27,77	26,86	26,10	26,80
maximum	32,76	32,77	31,48	31,01	31,59	31,04	31,02

Parameter: zwevende stof (mg/l)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	139,9	134,1	184,9	175,4	190,5	113,2	149,0
minimum	20,2	20,4	4,1	42,9	45,7	13,9	12,2
maximum	429,5	437,8	699,1	432,7	675,1	456,0	481,4
T ₂ gemiddeld	10,8	8,3	13,3	11,4	18,5	15,9	10,5
minimum	0,1	n.m.	1,0	n.m.	2,5	3,2	2,3
maximum	38,0	19,0	59,0	51,6	116,0	52,6	25,1
T ₇₀ gemiddeld	3,2	4,2	3,3	5,8	5,6	5,9	3,3
minimum	0,3	n.m.	n.m.	1,0	1,8	0,2	0,1
maximum	5,7	23,8	8,7	22,5	11,7	17,1	9,3
R ₃ gemiddeld	51,9	53,5	33,8	20,5	31,0	37,6	28,0
minimum	7,8	3,0	4,0	3,8	3,9	11,2	4,0
maximum	158,4	218,9	102,0	98,6	57,0	85,5	115,9

Parameter: zuurgraad (s.e.)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	8,12	8,06	8,06	8,09	8,18	8,21	8,22
minimum	7,20	7,65	7,66	7,65	7,94	7,99	8,06
maximum	8,50	8,40	8,65	8,43	8,71	8,57	8,55
T ₂ gemiddeld	8,20	7,97	8,11	8,11	8,18	8,22	8,31
minimum	7,85	5,80	7,80	7,49	7,99	7,71	8,14
maximum	8,60	8,45	8,70	8,46	8,53	8,71	8,75
T ₇₀ gemiddeld	8,31	8,20	8,21	8,18	8,26	8,29	8,38
minimum	8,10	7,60	7,88	7,72	8,07	8,17	8,27
maximum	8,70	8,50	8,70	8,51	8,45	8,52	8,72
R ₃ gemiddeld	8,25	8,16	8,19	8,27	8,12	8,27	8,30
minimum	7,05	7,70	7,62	7,93	7,39	7,45	8,12
maximum	9,08	8,60	8,95	8,60	8,85	8,85	8,86

Parameter: temperatuur (°C)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	12,2	11,5	11,6	11,0	11,5	11,2	11,8
minimum	3,0	2,0	2,7	0,6	3,2	3,8	1,7
maximum	20,6	18,8	18,6	18,9	19,8	18,8	20,8
T ₂ gemiddeld	12,0	11,5	11,8	11,1	11,5	11,4	11,8
minimum	3,5	2,5	3,6	2,2	4,7	4,6	3,2
maximum	19,2	18,1	20,0	18,8	18,4	18,8	20,2
T ₇₀ gemiddeld	11,8	11,7	11,5	11,6	12,1	11,7	12,0
minimum	5,2	4,8	5,8	4,8	7,2	6,0	5,9
maximum	17,8	17,4	16,5	17,6	17,5	17,6	18,6
R ₃ gemiddeld	11,2	11,3	10,7	12,5	10,8	11,2	11,7
minimum	0,5	0,2	0,6	5,8	1,1	0,0	1,2
maximum	21,6	19,2	18,9	17,7	19,8	18,2	21,4

Parameter: zuurstof (mg/l)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	8,41	8,40	8,46	7,96	7,87	8,36	8,31
minimum	6,00	6,00	7,00	6,45	6,05	6,86	6,10
maximum	10,90	11,10	10,95	11,13	9,30	10,20	11,08
T ₂ gemiddeld	8,35	8,87	8,62	8,02	8,20	8,64	8,62
minimum	5,70	6,95	6,85	5,25	5,41	6,20	6,19
maximum	10,70	11,10	10,85	9,60	10,95	12,86	10,90
T ₇₀ gemiddeld	8,33	8,65	8,03	7,98	8,05	8,08	8,27
minimum	6,30	7,30	6,90	6,70	7,00	6,45	6,70
maximum	10,80	10,80	9,55	10,30	9,50	9,95	10,20
R ₃ gemiddeld	8,56	9,43	8,68	8,12	8,81	8,82	8,78
minimum	6,10	6,70	5,95	6,50	6,40	6,85	5,80
maximum	11,20	11,60	11,40	10,05	11,50	11,80	12,05

Parameter: ammoniumstikstof (NH₄-N, mg/l)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	0,067	0,086	0,063	0,142	0,102	0,108	0,090
minimum	0,010	0,020	0,015	0,030	0,020	0,010	0,015
maximum	0,175	0,180	0,135	0,445	0,310	1,070	0,250
T ₂ gemiddeld	0,180	0,215	0,143	0,186	0,148	0,133	0,108
minimum	0,020	0,055	0,014	0,030	0,015	0,030	0,015
maximum	0,540	0,810	0,300	0,395	0,370	0,325	0,200
T ₇₀ gemiddeld	0,008	0,009	0,010	0,013	0,007	0,010	0,010
minimum	0,005	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
maximum	0,015	0,040	0,025	0,100	0,025	0,035	0,020
R ₃ gemiddeld	0,085	0,106	0,105	0,153	0,175	0,099	0,126
minimum	n.m.	0,005	0,005	0,010	0,010	0,005	0,005
maximum	0,230	0,295	0,240	0,345	0,330	0,200	0,330

Parameter: Kjeldahlstikstof (Kjd-N, mg/l)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	0,75	0,72	0,83	1,00	1,05	0,65	0,93
minimum	0,25	0,34	0,31	0,51	0,52	0,32	0,49
maximum	1,29	1,55	2,46	1,78	2,88	1,59	1,75
T ₂ gemiddeld	0,50	0,49	0,46	0,47	0,47	0,41	0,41
minimum	0,27	0,29	0,27	0,34	0,28	0,22	0,27
maximum	0,90	1,15	0,92	0,66	0,72	0,98	0,87
T ₇₀ gemiddeld	0,10	0,10	0,13	0,11	0,09	0,10	0,11
minimum	0,04	0,01	0,05	0,03	0,02	0,02	0,03
maximum	0,18	0,25	0,19	0,24	0,15	0,15	0,24
R ₃ gemiddeld	0,54	0,53	0,57	0,62	0,67	0,59	0,59
minimum	0,40	0,14	0,34	0,30	0,50	0,36	0,39
maximum	0,73	0,82	0,88	0,81	0,84	0,92	0,79

Parameter: nitraatstikstof (NO₃-N, mg/l)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	0,495	0,624	0,692	0,684	0,789	0,882	0,889
minimum	0,095	0,235	0,265	0,215	0,280	0,160	0,190
maximum	1,120	1,115	1,215	1,350	1,430	1,635	4,930
T ₂ gemiddeld	0,547	0,805	0,813	0,731	0,753	0,853	0,658
minimum	0,100	0,240	0,410	0,345	0,380	0,310	0,165
maximum	1,340	2,400	1,400	1,700	1,450	2,660	1,440
T ₇₀ gemiddeld	0,032	0,033	0,034	0,035	0,038	0,033	0,048
minimum	0,005	n.m.	n.m.	n.m.	0,005	n.m.	n.m.
maximum	0,150	0,125	0,145	0,125	0,145	0,180	0,170
R ₃ gemiddeld	0,246	0,338	0,343	0,250	0,503	0,579	0,385
minimum	n.m.	0,005	n.m.	0,015	0,005	0,020	n.m.
maximum	1,110	1,065	1,000	1,115	1,240	1,275	1,030

Parameter: orthofosfaat ($\text{o-PO}_4\text{-P}$, mg/l)

3.5

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	0,063	0,082	0,075	0,078	0,094	0,092	0,085
minimum	0,033	0,043	0,028	0,044	0,034	0,051	0,037
maximum	0,105	0,116	0,112	0,112	0,136	0,154	0,175
T ₂ gemiddeld	0,084	0,102	0,098	0,099	0,104	0,105	0,096
minimum	0,028	0,049	0,037	0,050	0,055	0,042	0,025
maximum	0,176	0,198	0,178	0,160	0,172	0,220	0,165
T ₇₀ gemiddeld	0,005	0,008	0,007	0,009	0,010	0,011	0,012
minimum	n.m.	0,001	0,001	n.m.	0,002	0,003	n.m.
maximum	0,019	0,021	0,020	0,018	0,021	0,024	0,028
R ₃ gemiddeld	0,028	0,032	0,035	0,046	0,051	0,059	0,059
minimum	0,002	0,006	0,004	0,007	0,004	0,008	0,023
maximum	0,047	0,051	0,062	0,076	0,077	0,095	0,094

Parameter: totaal fosfaat ($\text{t-PO}_4\text{-P}$, mg/l)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	0,32	0,28	0,34	0,36	0,39	0,24	0,33
minimum	0,09	0,12	0,09	0,16	0,16	0,10	0,09
maximum	1,10	0,73	1,06	0,72	1,15	0,60	0,73
T ₂ gemiddeld	0,13	0,14	0,15	0,15	0,17	0,15	0,14
minimum	0,07	0,10	0,10	0,10	0,11	0,09	0,08
maximum	0,24	0,25	0,20	0,19	0,31	0,25	0,21
T ₇₀ gemiddeld	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
minimum	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
maximum	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,08
R ₃ gemiddeld	0,09	0,11	0,11	0,11	0,14	0,15	0,15
minimum	0,05	0,05	0,05	0,06	0,08	0,08	0,07
maximum	0,16	0,21	0,26	0,17	0,19	0,23	0,25

Parameter: opgelost silicium (opg. Si, mg/l)

3.6

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	0,30	0,41	0,44	0,44	0,58	0,54	0,52
minimum	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01
maximum	0,90	0,82	1,03	1,05	1,60	1,32	1,65
T ₂ gemiddeld	0,28	0,52	0,48	0,46	0,46	0,49	0,42
minimum	0,01	0,01	0,01	0,04	0,08	0,04	0,01
maximum	0,99	1,90	1,18	1,30	1,20	2,00	1,08
T ₇₀ gemiddeld	0,04	0,05	0,07	0,06	0,07	0,04	0,07
minimum	0,01	0,01	n.m.	0,01	n.m.	n.m.	n.m.
maximum	0,14	0,14	0,22	0,14	0,21	0,19	0,32
R ₃ gemiddeld	0,18	0,24	0,30	0,26	0,58	0,50	0,39
minimum	n.m.	n.m.	n.m.	0,02	0,04	0,01	n.m.
maximum	1,03	0,69	0,99	0,62	1,50	1,24	1,30

Parameter: chlorofyl-a (µg/l)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	15,8	6,9	8,8	13,7	13,0	7,2	10,7
minimum	3,6	0,8	n.m.	1,6	1,6	1,7	1,2
maximum	74,6	23,1	25,0	56,7	34,7	29,0	25,4
T ₂ gemiddeld	8,9	4,2	7,4	6,5	7,3	6,8	9,8
minimum	1,3	n.m.	n.m.	n.m.	0,4	0,5	n.m.
maximum	62,8	19,3	50,7	30,0	40,4	48,0	86,5
T ₇₀ gemiddeld	2,0	1,6	1,7	2,3	2,2	3,3	2,9
minimum	0,3	0,3	n.m.	0,2	0,4	0,4	0,6
maximum	5,2	4,8	6,3	8,1	6,6	25,0	13,5
R ₃ gemiddeld	17,4	9,5	10,4	20,5	8,7	9,8	10,6
minimum	2,2	n.m.	0,8	2,4	1,6	0,7	0,5
maximum	75,6	21,4	38,2	149,0	27,6	26,8	35,5

Parameter: totaal organisch koolstof (TOC, mg/l)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	7,2	6,7	7,9	7,2	8,4	7,0	9,0
minimum	4,2	3,8	3,7	3,1	4,3	3,8	3,2
maximum	11,7	11,8	20,0	15,6	17,0	13,1	18,1
T ₂ gemiddeld	4,1	4,1	4,5	3,6	4,2	4,5	4,9
minimum	2,9	2,9	3,2	2,1	2,7	2,0	3,5
maximum	6,4	5,6	8,7	5,4	6,2	8,0	7,6
T ₇₀ gemiddeld	2,6	2,8	3,0	2,4	2,7	2,9	3,7
minimum	1,5	2,0	2,0	1,6	1,6	1,2	2,2
maximum	3,9	3,8	4,3	3,5	3,8	5,5	6,4
R ₃ gemiddeld	5,8	5,7	5,9	4,8	5,5	6,5	7,1
minimum	4,5	4,1	3,9	2,4	3,8	4,1	4,4
maximum	9,4	8,1	8,5	7,8	7,7	9,0	12,0

Parameter: totaal ijzer (tot. Fe, mg/l)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	2,05	2,24	2,84	3,26	2,82	2,02	2,79
minimum	0,34	0,01	0,10	0,89	0,41	0,13	0,40
maximum	6,24	5,18	9,84	6,26	6,50	7,70	7,70
T ₂ gemiddeld	0,20	0,21	0,25	0,20	0,34	0,24	0,32
minimum	0,03	0,01	0,02	0,03	0,05	0,03	0,05
maximum	0,80	0,48	1,10	0,69	1,80	0,54	0,71
T ₇₀ gemiddeld	0,03	0,03	0,07	0,05	0,04	0,04	0,13
minimum	0,01	0,01	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0,02
maximum	0,14	0,12	0,70	0,18	0,12	0,10	0,91
R ₃ gemiddeld	0,46	0,45	0,49	0,31	0,57	0,64	0,75
minimum	0,02	0,05	0,08	0,05	0,15	n.m.	0,20
maximum	1,55	1,41	1,59	1,04	1,44	1,56	2,08

Parameter: olie (mg/kg)

3.8

	1979	1980	1981	1982
A ₂ gemiddeld	0,25	0,09	0,07	0,04
minimum	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
maximum	1,20	0,20	0,10	0,20
T ₂ gemiddeld	0,30	0,04	0,11	0,01
minimum	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
maximum	1,90	0,20	0,50	0,10

Parameter: tritium (Bq/m³)

	1977	1978	1979	1980	1981
T ₇₀ gemiddeld	1628	1813	2442	2183	1813
minimum	n.m.	n.m.	n.m.	370	370
maximum	3700	3330	5180	7770	3700

Bijlage 4

Overzicht van metaalgehalten (opgelost, totaal en gebonden aan zwevende stof) in het Nederlandse deel van de Noordzee.

4.1

Cadmium

	A ₂		A ₂₀		A ₅₀		T ₂		T ₃₀		N ₂		N ₂₀		N ₇₀		E ₂		TS ₂₀		R ₅		R ₇₀		Egmond aan zee 1981 1982
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	
Opgelost (µg/l)																									
gemiddeld	0,23	0,18	0,14	0,09	0,05	0,04	0,10	0,11	0,07	0,11	0,16	0,13	0,10	0,06	0,06	0,03	0,13	0,10	0,07	0,05	0,09	0,06	0,07	0,07	0,23
maximum	0,55	0,40	0,28	0,24	0,10	0,07	0,15	0,23	0,11	0,67	0,41	0,28	0,22	0,16	0,09	0,06	0,30	0,18	0,14	0,10	0,25	0,11	0,19	0,23	0,30
Totaal (µg/l)																									
gemiddeld							0,12	0,15	0,09	0,15															0,43
maximum							0,20	0,30	0,10	0,70															0,80
Metaalgehalte*)																									
gebonden aan zwevende stof (mg/kg)																									
gemiddeld							5,5	4,9	50	22															2,3
Bindings- percentage gemiddeld							35	33	31	43															53

*) Berekend op basis van afzonderlijke waarnemingen voor zwevende stof, opgeloste en totaal metaalgehalten.

**) Berekend met: $\frac{\text{tot-metaal} - \text{opg.metaal}}{\text{tot.metaal}} \times 100\%$ voor de afzonderlijke waarnemingen.

4.2

Kwik

	A ₂		A ₂₀		A ₅₀		T ₂		T ₃₀		N ₂		N ₂₀		N ₇₀		E ₂		TS ₂₀		R ₅		R ₇₀		Egmond aan zee 1981 1982
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	
Opgelost (µg/l)																									
gemiddeld	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01
maximum	0,13	0,04	0,04	0,05	0,08	0,04	0,02	0,06	0,03	0,07	0,06	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,10	0,03	0,17	0,03	0,05	0,01
Totaal (µg/l)																									
gemiddeld							0,02	0,05	0,01	0,06															0,07
maximum							0,03	0,11	0,03	0,13															0,12
Metaalgehalte*)																									
gebonden aan zwevende stof (mg/kg)																									
gemiddeld							1,4	2,9	1,2	10,5															0,6
Bindings- percentage gemiddeld							38	48	15	34															87

*) en **) zie 4.1

	Λ_2		Λ_{20}		Λ_{50}		T_2		T_{30}		N_2		N_{20}		N_{70}		E_2		TS_{20}		R_5		R_{70}		Egmond aan zee	
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982
Opgelost ($\mu\text{g/l}$)																										
gemiddeld	0,41	0,22	0,29	0,14	0,28	0,12	0,52	0,18	0,30	0,13	0,35	0,15	0,36	0,12	0,36	0,14	0,28	0,16	0,29	0,16	0,45	0,14	0,16	0,13	1,00	1,00
maximum	0,80	0,60	0,50	0,30	0,70	0,20	1,60	0,60	0,70	0,30	0,80	0,30	0,90	0,20	0,90	0,30	0,70	0,30	0,80	0,60	1,00	0,30	0,40	0,20	1,00	1,00
Totaal ($\mu\text{g/l}$)																										
gemiddeld							1,82	1,45	1,00	1,00					1,09	1,00									12,5	31,0
maximum							3,00	3,00	1,00	1,00					2,00	1,00										
Metaalgehalte *)																										
gebonden aan zwevende stof																										
(mg/kg)																										
gemiddeld							112	121	391,7	305					385	432									115	
Bindings- percentage																										
gemiddeld							72	84	70	87					68	86									20	

*) en **) zie 4.1

Chroom

	Λ_2		Λ_{20}		Λ_{50}		T_2		T_{30}		N_2		N_{20}		N_{70}		E_2		TS_{20}		R_5		R_{70}		Egmond aan zee	
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982
Opgelost ($\mu\text{g/l}$)																										
gemiddeld	2,68	0,50	1,95	0,50	1,36	0,50	0,50	0,36	0,50	0,50	0,41	0,50	0,36	0,50	0,36	0,50	0,36	0,55	0,55	0,55	0,40	0,50	0,40	1,11		
maximum	25,50	0,50	17,0	0,50	11,5	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,50	1,00	0,50	0,50	0,50	6,00		
Totaal ($\mu\text{g/l}$)																										
gemiddeld							2,32	1,41	0,64	0,50					0,55	0,50									12,5	
maximum							6,00	3,00	2,00	0,50					1,50	0,50									29,0	
Metaalgehalte *)																										
gebonden aan zwevende stof																										
(mg/kg)																										
gemiddeld							140	75	69						43											
Bindings- percentage																										
gemiddeld							61	44	21						20											

*) en **) zie 4.1

Koper

	A ₂		A ₂₀		A ₅₀		T ₂		T ₃₀		N ₂		N ₂₀		N ₇₀		E ₂		TS ₂₀		R ₅		R ₇₀		Egmond aan zee
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	
Opgelost (µg/l)																									
gemiddeld	1,49	2,26	0,95	0,89	0,39	1,92	1,45	1,94	0,47		1,69	1,25	2,26	0,78	1,06	0,69	2,32	1,45	2,79	0,72	4,79	0,99	2,68	0,62	2,00
maximum	7,70	2,20	6,20	1,90	3,00	4,90	4,20	9,60	0,80		4,80	1,60	8,60	2,00	3,00	4,00	7,10	4,20	10,2	2,40	15,0	1,20	9,50	1,20	3,00
Totaal (µg/l)																									
gemiddeld						2,10	2,09	2,18	1,00						1,50	1,27									5,50
maximum						6,00	5,00	10,0	1,00						3,00	4,00									9,00
Metaalgehalte*)																									
gebonden aan																									
zwevende stof																									
mg/kg																									
gemiddeld						41	57	83	226						252	1012									40
Bindings- **)																									
percentage																									
gemiddeld						19	30	36	53						34	58									59

*) en **) zie 4.1

Zink

	A ₂		A ₂₀		A ₅₀		T ₂		T ₃₀		N ₂		N ₂₀		N ₇₀		E ₂		TS ₂₀		R ₅		R ₇₀		Egmond aan zee
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	
Opgelost (µg/l)																									
gemiddeld	3,79	4,04	2,26	2,54	0,80	5,57	4,26	2,65	1,30		5,32	5,06	4,35	2,12	3,36	0,68	4,63	3,93	2,63	1,47	3,64	2,12	2,48	2,12	8,75
maximum	6,70	13,0	5,00	6,50	2,70	11,0	9,80	9,40	4,10		10,6	12,0	12,0	5,00	9,20	2,40	14,7	9,00	9,50	3,10	12,1	5,00	12,1	5,00	14,0
Totaal (µg/l)																									
gemiddeld						9,10	9,00	4,20	2,09						4,40	1,40									43,0
maximum						15,0	16,0	11,0	5,00						110,0	4,00									95,0
Metaalgehalte*)																									
gebonden aan																									
zwevende stof																									
mg/kg																									
gemiddeld						229	443	579	333						487	106									367
Bindings- **)																									
percentage																									
gemiddeld						45	55	41	46						37	54									75

*) en **) zie 4.1

Bijlage 5

Beschrijving monsternamen en analysemethoden t.b.v. het waterkwaliteitsonderzoek van het Nederlandse deel van de Noordzee.

De watermonsters in het Nederlandse deel van de Noordzee worden genomen met het door de Directie Noordzee ingezette m.s. „Holland”. Het water wordt ca. 2,5 m onder het zeewateroppervlak opgepompt. Aan boord worden pH, temperatuur, zuurstof, saliniteit, druk en troebelheid gemeten met behulp van sensoren. Voor de overige parameters worden in het laboratorium watermonsters geanalyseerd welke aan boord zijn voorbehandeld (filtreren) en/of geconserveerd (diepvriezen of aanzuren).

Bemonstering van de kuststrook vindt plaats op de vloedlijn. Het opgeloste zuurstof wordt chemisch gebonden en op een later tijdstip bepaald; de temperatuur wordt ter plaatse gemeten. Conservering, zoals bij het onderzoek in volle zee, wordt niet toegepast. De monsters worden de dag na monsternamen geanalyseerd. Tot dit tijdstip worden de monsters in het donker bewaard bij $\pm 4^{\circ}\text{C}$.

In het hiernavolgende wordt een korte beschrijving gegeven van enkele analysemethoden ten behoeve van het Noordzeeonderzoek. De detectiegrenzen zijn, voor zover bekend, bij de betreffende parameters gepresenteerd. De weergegeven detectiegrenzen zijn in het algemeen gedefinieerd en bepaald als methode detectiegrens (MDL) volgens lit. 15.

Nutriënten, chloride en ijzer.

De bepalingen van de gehalten aan nutriënten, chloride en ijzer worden simultaan uitgevoerd met behulp van een auto-analyser, waarvan de werking berust op het principe van constante doorstroming. Aan een monsterstroom worden reagentia toegevoegd waarbij een kleuring ontstaat. De kleurintensiteit, welke een maat is voor het gehalte, wordt bepaald met een colorimeter.

Voor de bepaling van nutriënten en chloride worden de watermonsters aan boord van het m.s. „Holland” gefiltreerd over een membraanfilter met een poriëdiameter van $0,45\text{ }\mu\text{m}$ en vervolgens ingevroren. Voor de bepaling van het ijzergehalte worden de ongefiltreerde watermonsters aan boord aangezuurd.

De nutriënten en chloride gehalten in de strandmonsters worden bepaald na filtratie over S & S vouwfilter 595 1/2.

De detectiegrens (MDL) in zout water is: $\text{NH}_4\text{-N}$ 0,003 mg/l, $\text{NO}_2\text{-N}$ 0,001 mg/l, $\text{NO}_3\text{-N}$ 0,009 mg/l, $\text{o-PO}_4\text{-P}$ 0,003 mg/l, Si 0,006 mg/l, Fe 0,003 mg/l. Deze grenzen gelden vanaf medio 1979.

Kjeldahlstikstof en totaalfosfaat.

Door destructie (zwavelzuur-kaliumsulfaat) worden organische stikstof- en fosforverbindingen omgezet in resp. $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{o-PO}_4\text{-P}$. De gehalten worden vervolgens met een auto-analyser bepaald. De detectiegrenzen (MDL) zijn:

Kjd-N 0,05 mg/l en t- $\text{PO}_4\text{-P}$ 0,01 mg/l.

BZV₅²⁰ (Biochemisch Zuurstof Verbruik).

De BZV₅²⁰ (of BZV₅) is een maat voor de door micro-organismen benodigde hoeveelheid zuurstof voor de biologische afbraak van organische stof in 5 dagen bij 20°C . De bepaling, welke enkel in de strandmonsters wordt verricht, vindt plaats volgens NEN 3235 5.4. De detectiegrens (MDL) is 0,2 mg O_2 /l.

Zuurstof

Zuurstof (in opgeloste vorm) wordt aan boord van de „Holland” bepaald met behulp van een sensor. In de strandmonsters wordt in het laboratorium het zuurstofgehalte volgens de Winklermethode bepaald.

TOC (Total Organic Carbon)

Het TOC-gehalte wordt bepaald door katalytische verbranding, uit-

gaande van in het algemeen $100\text{ }\mu\text{l}$ watermonster bij 950°C . Het gevormde CO_2 wordt bepaald met infraroodspectrofotometrie.

De analyse wordt uitgevoerd door het Centrilab te Soest; de bepaling van het TOC-gehalte in de strandmonsters wordt verricht door het RIZA.

Olie

De in het watermonster aanwezige olie wordt geëxtraheerd met tetrachloormethaan, waarna via infraroodspectrofotometrie het gehalte wordt bepaald.

Thermotolerante bacteriën van de coligroep (E-coli)

De bepaling van E-coli's vindt plaats door gistingsproeven van diverse verdunningen van het monster op een Eijkman-lactose medium ($44,5^{\circ}\text{C}$). Het meest waarschijnlijke aantal (MPN) bacteriën wordt bepaald uit de tabel volgens de De Man aan de hand van het aantal buizen dat een gasontwikkeling vertoont. Sinds 1981 vinden bevestigingsreacties plaats ter controle van de verkregen resultaten.

Chlorofyl en faeofytine

De in het water aanwezige zwevende stof (inclusief algen) wordt aan boord van de „Holland” afgefiltreerd over een membraanfilter ($0,45\text{ }\mu\text{m}$), waarna het filter wordt diepgevroren. In het laboratorium wordt het chlorofyl met aceton uit het filter met algenmateriaal geëxtraheerd en wordt spectrofotometrisch het gehalte bepaald. Na aanzuren van het extract wordt op gelijke wijze het faeofytinegehalte bepaald. De analyse wordt verricht door het Technisch Adviesbureau van de Unie van Waterschappen (TAUW) te Deventer.

Zwevende stof en gloeirest

De zwevende stof wordt afgefiltreerd over een S & S witband filter. Het gehalte wordt gravimetrisch bepaald na drogen bij 105°C . De gloeirest wordt gravimetrisch bepaald na uitgluoen bij 600°C . De analyse wordt verricht door het Centrilab te Soest; voor strandmonsters wordt de bepaling uitgevoerd door het RIZA.

Anorganische microverontreinigingen (metalen)

De watermonsters voor de analyse van metalen worden direct na monsternamen aan boord diepgevroren. De analyse vindt in het laboratorium plaats volgens bijgevoegd schema.

De detectiegrenzen (MDL) zijn:

	opgelost ($\mu\text{g/l}$)	totaal ($\mu\text{g/l}$)
Cadmium	0,01	0,01
Kwik	0,01	0,01
Lood	0,2	0,5
Chroom	0,2	0,2
Zink	0,5	0,8
Koper	0,1	0,3

Fenol

De monsters voor de fenolbepaling (strandmonsters) worden geconserveerd met natronloog ($\text{pH} > 12$). Het gehalte wordt in het laboratorium fotometrisch bepaald met 4-aminoantipyrine. In 1979 is de manuele methode vervangen door een autoanalyser methode waardoor de detectiegrens werd verlaagd van 5 naar $1\text{ }\mu\text{g/l}$.

Anoniëktieve (synthetische) detergenten

Het gehalte aan detergenten (strandmonsters) wordt met een autoanalyser in het laboratorium fotometrisch bepaald met methyleenblauw. De detectiegrens (MDL) is 0,02 mg/l.

Analyseschema anorganische microverontreinigingen in zeewater.

Cd, Cu, Pb, Zn

