



Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43'

**Werkdocument met betrekking tot
chemie en biologie, periode 1997 en 1998**

*Project Monitoring Verruiming Westerschelde
behorend bij voortgangsrapportage april 1999-
rapport 3*

Werkdocument RIKZ/AB-99.811x



Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43'

**Werkdocument met betrekking tot
chemie en biologie, periode 1997 en 1998**

*Project Monitoring Verruiming Westerschelde
behorend bij voortgangsrapportage april 1999-
rapport 3*

Werkdocument RIKZ/AB-99.811x

A.M. van Berchum & E.C. Stikvoort



Inhoudsopgave

1. Inleiding 3

Chemie

2. Bodemverontreiniging 4
3. Waterkwaliteit 7
4. Mineralisatie 11

Biologie

5. Primaire produktie fytoplankton 12
6. Primaire produktie microfytobenthos 16
7. Bodemdieren 19
8. Vis en garnaal 23
9. Avifauna Hooge Platen 24
10. Steltlopers 28
11. Zichtjagende viseters 30
12. Vegetatiezones schorren 33

Referenties 35

Bijlagen

- 2.1 Situering bemonsteringslokaties waterbodempkwaliteit 37
3.1 Zuurstofconcentraties (1990-1998) 37
3.2 Metalen in de waterfase (1990-1998) 38
3.3 Metalen in gecentrifugeerd zwevend stof (1990-1998) 39
3.4 PAK concentraties in gecentrifugeerd zwevend stof (1990-1998) 41
5.1 Primaire produktie fytoplankton (1990-1998) 42
6.1 Toekenning slikken en platen aan deelgebieden (microfytobenthos) 43
6.2 Chlorofyl-a gehalten en de geschatte jaarproduktie van bentische diatomeeën (1993-1997) 43
6.3 Uitgebreide T₀-beschrijving volgens ecotoopbenadering 43
7.1 Ligging van de bodemdierenplots en lodingsvakken 45
7.2 Ontwikkeling van de arealen litoraal en ondiep water per bemonsteringsplot bodemdieren 46
9.1 Areaal Hooge Platen (1955-1998) 47
9.2 Aantal ruiende Bergeenden Hooge Platen (1978-1998) 47
9.3 Aantallen broedparen sterns Hooge Platen (1979-1998) 48
10.1 Toekenning telgebieden aan deelgebieden (vogels) 48
10.2 Toekenning soorten aan groep benthivore steltlopers 49
10.3 Gebruik door steltlopers per deelgebied (1978-1997) 50
11.1 Toekenning broedplaatsen aan deelgebieden 50
11.2 Aantallen broedparen Dwergstern en Visdief (1979-1998) 51
12.1 Gemiddelde netto sedimentatie op het schor bij Waarde (1988-1997) 51

Figuren

- 3.1 Zuurstofconcentraties (1990-1998) 9
- 5.1 Primaire produktie fytoplankton (1990-1998) 14
- 6.1 Chlorofyl-a indices benthische diatomeeën (1993-1997) 17
- 7.1 Ontwikkeling van het bodemdierenbestand (1992-1997) per deelgebied 21
- 9.1 Arealontwikkeling Hooge Platen (1955-1998) 25
- 9.2 Cumulatieve areaalveranderingen H. Platen (1955-1998) 25
- 9.3 Aantal getelde Bergeenden Hooge Platen (1978-1998) 26
- 9.4 Aantal broedparen sterns Hooge Platen (1979-1998) 26
- 10.1 Gebruik door steltlopers per deelgebied (1978-1997) 29
- 11.1 Aantal broedparen Dwergstern in het westen (1979-1998) 31
- 11.2 Aantal broedparen Visdief (1979-1998) 31
- 12.1 Gemiddelde netto sedimentatie op het schor bij Waarde (1988-1997) 34

Tabellen

- 2.1 Classificering van de bodem van 7 westelijke lokaties (1995-1998) 5
- 2.2 Classificering van de geteste microverontreinigingen in de bodem van 7 westelijke lokaties (1995-1998) 6
- 3.1 Correctiefactoren voor standaardisatie van metalen in gecentrifugeerd zwevend stof 8

1 Inleiding

Om de effecten van de verruiming van de Westerschelde te bepalen wordt door Rijkswaterstaat een fysisch, chemisch en biologisch monitoringsprogramma uitgevoerd. De resultaten hiervan worden jaarlijks gerapporteerd. De directie Zeeland heeft het RIKZ gevraagd hiervoor bouwstenen aan te leveren. De bouwstenen die dit werkdocument bevat worden gevormd door het toetsen van een reeks biologische en chemische hypothesen, zoals geformuleerd in het Plan van aanpak- rapport 2.

In het Plan van aanpak zijn behalve hypothesen tevens een metingenplan opgenomen, dat de gegevensvoorziening regelt voor de voortgangsrapportages. Voor de voortgangsrapportages is bovendien de T₀-rapportage van belang, waarin de toestand van de Westerschelde vóór de verruiming is beschreven.

De hypothesen, het metingenplan en de T₀-rapportage zijn met elkaar geconfronteerd. Hieruit is gebleken, dat er een aantal discrepanties en onvolkomenheden bestaat. Mogelijke aanpassingen zullen worden bestudeerd en zonodig doorgevoerd. Er is voor gekozen de discrepanties zodanig op te lossen, dat de hypothesen zoveel mogelijk gehandhaafd zijn. Er wordt dus getracht om de discrepanties zoveel mogelijk op te heffen door het verbeteren van de situatiebeschrijving vóór de verruiming en van het metingenplan. Dit werkdocument moet dus leiden tot een solide basis waarop de volgende toetsingsrondes (T₂, T₃ etc.) uitgevoerd kunnen worden.

Dit werkdocument is als volgt opgebouwd. De 23 chemische en biologische hypothesen zullen één voor één de revue passeren. De hypothesen zullen daarbij kritisch worden geanalyseerd. Vervolgens wordt aangegeven op welke wijze de hypothesen het beste kunnen worden getoetst, gegeven de databeschikbaarheid. Indien nodig zal ook aangegeven worden of er een aangepaste T₀ gepresenteerd zal worden.

Na deze analyse volgt een beschrijving van de gehanteerde methodiek, en een weergave van de resultaten. Deze laatste zullen, voor zover mogelijk, worden getoetst aan de betreffende hypothese.

Aan het eind van ieder hoofdstuk worden, indien nodig, aanbevelingen gedaan voor veranderingen in het metingenplan, zodat de komende jaren de hypothesen blijvend of beter kunnen worden getoetst.

2 Bodemverontreiniging

2.1 Hypothesen C1 en C2

- C1 *"In de bodem (beneden NAP -2m) van het westelijk deel van de Westerschelde zullen de concentraties aan microverontreinigingen niet significant toenemen; de uniforme gehalte-toets zal niet worden overschreden."*
- C2 *"Op platen, slikken en schorren in de omgeving van stortlokaties zullen de concentraties aan microverontreinigingen niet significant toenemen; de uniforme gehalte-toets zal niet worden overschreden."*

2.2 Analyse

In de hypothesen worden twee parameters genoemd, namelijk concentraties microverontreinigingen en de uitkomsten van de uniforme gehalte-toets. De uniforme gehalte-toets is een beoordelingssysteem voor de verspreiding van baggerspecie in zoute wateren¹. In feite is het resultaat, of het verantwoord is baggerspecie te verspreiden. De toelichting op de hypothese in het Plan van aanpak duidt ook op de kwaliteitsklassen volgens de waterbodemonormering in de "Regeringsbeslissing Evaluatienota Water (ENW)". Deze toets geeft een algemeen beeld van de bodemkwaliteit. In deze rapportage worden de resultaten van beide methoden beschreven.

De hypothese spreekt bovendien van een 'significante' toename van microverontreinigingen. Verondersteld wordt, dat het niet de bedoeling kan zijn om van alle afzonderlijke microverontreinigingen (47 stuks) de veranderingen statistisch te toetsen. In die gevallen dat er volgens een van de toetsmethoden een hogere klasse wordt gevonden, zal nagegaan moeten worden of de concentratie(s) van microverontreiniging die daarvoor verantwoordelijk zijn, ook inderdaad significant hoger zijn geworden.

In de T₀-rapportage (Mol et al. 1997) worden de resultaten van de uniforme gehalte-toetsen uit 1995 voor zowel geulen als intergetijdengebieden gepresenteerd. Het metingenplan voorziet in een jaarlijkse monsternamen op 30 lokaties in de geulen van de Westerschelde en Zeeschelde, en monsternamen in 1999 en 2003 op 20 lokaties in het intergetijdengebied van de Westerschelde. De conclusie is dat voor de eerste voortgangsrapportage slechts de eerste hypothese te toetsen is. Dit zal in dit werkdocument worden gedaan. Hypothese C2 zal, wanneer de monsternamen volgens plan plaatsvindt, in de volgende voortgangsrapportage worden getoetst.

¹ Bij de toepassing van de gehaltetoets worden de volgende regels gehanteerd: van ten hoogste twee stoffen mogen de naar standaard bodem omgerekende gehalten, de toetswaarde overschrijden met maximaal 50%, voor een aantal bezwaarlijke stoffen is geen overschrijding toegestaan (Temmerman, diverse jaren).

2.3 Methodiek

De kwaliteit van het sediment in de geulen van de Westerschelde en de Zeeschelde wordt jaarlijks vastgesteld door Rijkswaterstaat en de Vlaamse afdeling Maritieme Schelde van het departement Leefmilieu en Infrastructuur. Dit vindt plaats in januari/ februari op de potentiële baggerlocaties. Per baggervak worden met een Van Veenhapper zes deelmonsters genomen, waaruit een mengmonster wordt samengesteld.

In het kader van WVO-vergunningen vindt vervolgens een toetsing van de kwaliteit van de baggerspecie plaats door de Vlaamse Milieu Maatschappij. Dit gebeurt volgens de Evaluatienota Water. Voor deze voortgangsrapportage is de waterbodembodemkwaliteit per lokatie beoordeeld volgens het Landelijk WaterBodemsysteem (LaWaBo). Omdat de hypothese gaat over het westelijk deel van de Westerschelde, zijn de resultaten van de meest westelijke monitoringslocaties tot en met die bij Terneuzen geselecteerd (bijlage 2.1). Het aantal monitoringslocaties wijkt af van wat in het metingenplan is gepresenteerd. Dit wordt veroorzaakt, doordat er in 1997 drie lokaties bij zijn gekomen die niet in het metingenplan zijn opgenomen. In deze voortgangsrapportage zijn de gegevens vanaf 1995 gerapporteerd. Voor de resultaten van 1997 is van belang, dat de bemonstering plaatsvond op 7 februari. Het jaar 1997 kan daarom tot de T₀-periode worden gerekend.

De hier gepresenteerde resultaten zijn uitvoeriger gerapporteerd door Schouwenaar (1999).

2.4 Resultaten

Alle monsters die in 1995 tot en met 1998 zijn genomen voldoen aan de Uniforme gehaltetoets. Tabel 2.1 toont de resultaten bij toetsing volgens LaWaBo. Hieruit blijkt, dat er van jaar tot jaar weliswaar enige variatie optreedt in de klasseverdeling, echter een duidelijke trend valt nog niet waar te nemen.

Tabel 2.1

Classificering (conform Lawabo) van de bodem van 7 westelijke lokaties (1995-1998)
- = niet bemonsterd

locatie (nr.)	1995	1996	1997	1998
Sluissche Hompels (1)	1	0	2	0
Drempel van Vlissingen (rode kant) (43)	-	-	0	0
Drempel van Vlissingen (groene kant) (44)	-	-	0	0
Drempel van Borssele (groene kant) (2)	1	0	0	0
Drempel van Borssele (rode kant) (3)	1	1	0	2
Pas van Terneuzen (42)	-	-	2	0
Terneuzen (4)	0	2	0	0

Tabel 2.2 geeft aan welke verontreinigingen tijdens de bemonsteringen werden aangetroffen in een concentratie die aanleiding zou zijn het sediment als minimaal klasse 1 te beoordelen, als er slechts op één stof zou worden getoetst. Omdat het toetsresultaat pas bepalend is als er twee stoffen meer dan 50% boven de toetswaarde zijn gevonden, kan het zijn dat het monster uiteindelijk als klasse 0 of anders werd gekwalificeerd.

Uit de tabel blijkt, dat in de periode 1995-1996 vooral Minerale Olie een toetsresultaat van klasse 1 zou geven. Incidenteel werden andere stoffen boven klasse 0 op deze manier gekwalificeerd. 1997 Wijkt niet erg van dat beeld af, maar in 1998 wordt de parameter EOX (de somparameter voor extraheerbare halogeenverbindingen) opvallend op vier lokaties in klasse 3 gekwalificeerd. Overigens vormt het toetsresultaat van uitsluitend de parameter EOX nog geen reden om de

specie als klasse 3 te kwalificeren. Het is er wel de oorzaak van dat deze specie als klasse 2 moet worden geclassificeerd, omdat de parameter som 10 PAK's ook klasse 2 oplevert.

Tabel 2.2

Classificering (conform Evaluatienota Water) van de geteste microverontreinigingen in de bodem van 7 westelijke lokaties (1995-1998).

NB: voor de stoffen waarvan klasse ≥ 1 (klasse tussen haakjes)
n b = niet bemonsterd

locatie (nr.)	1995	1996	1997	1998
Sluissche Hompels (1)	Endrin (1) Minerale olie (1)	Minerale olie (1)	HCB (3)	-
Drempel van Vlissingen (rode kant) (43)	n b	n b	-	-
Drempel van Vlissingen (groene kant) (44)	n b	n b	-	EOX (3)
Drempel van Borssele (groene kant) (2)	Zn (1) Minerale olie (1)	Minerale olie (1)	-	EOX (3)
Drempel van Borssele (rode kant) (3)	Cu (2) PCB 138 (2) Minerale olie (1)	HCH-c (2)	Minerale olie (1)	EOX (3) som 10 PAK's (2) Minerale olie (1)
Pas van Terneuzen (42)	n b	n b	Som 10 PAK's (2) HCH-a (1)	EOX (3)
Terneuzen (4)	Minerale olie (1)	Som 10 PAK's (2) Minerale olie (1)	-	-

2.5 Aanbevelingen

Het verloop van de EOX-gehalten zal de komende jaren extra in de gaten gehouden dienen te worden, en wel om twee redenen. 1. EOX is een parameter die in het verleden sporadisch in hogere concentraties werd aangetroffen; 2. de nauwkeurigheid van de bepaling van het EOX-gehalte laat te wensen over.

3 Waterkwaliteit

3.1 Hypothese C3

"De waterkwaliteit van de Westerschelde zal rekening houdend met 'natuurlijke' fluctuaties niet verslechteren ten opzichte van de huidige situatie."

3.2 Analyse

Volgens de toelichting bij de hypothese is een mogelijke consequentie van het baggeren, dat vrijkomende verontreinigingen en het binnendringen van het troebelheidsmaximum in de monding de waterkwaliteit verslechteren. De veranderingen zullen echter naar verwachting relatief gering zijn. Om dit te toetsen is in het metingenplan monitoring van de gehalten zuurstof, zware metalen en PAK's opgenomen.

De T₀-rapportage behandelt de waterkwaliteit tot en met 1995. Er is getoetst aan de normen zoals die zijn vermeld in de MilBoWa (Milieukwaliteitsdoelstellingen Bodem en Water; *Min. van VROM, 1991*).

Inmiddels zijn de normen waaraan de waterkwaliteit en het in het water aanwezige zwevend stof moet voldoen gewijzigd. Voor de vierde Nota waterhuishouding (*Min. van V&W, 1998*) wordt de "Integrale Normstelling Stoffen - Milieukwaliteitsnormen bodem, water, lucht" aangehouden. Om geen trendbreuk op te laten treden door wijziging van de methodiek worden de concentraties met terugwerkende kracht tot en met 1990 volgens de nieuwe normen getoetst. In tegenstelling tot aan zwevend stof gehechte zware metalen zijn er voor opgeloste concentraties zware metalen geen normen beschikbaar om de waarden te standaardiseren.

Vanaf 1996 is het waterkwaliteitsprogramma op onderdelen gewijzigd. De consequentie hiervan is, dat de stoffen en lokaties af kunnen wijken van de T₀-rapportage. Concreet zijn het de volgende wijzigingen:

- de totale concentraties zware metalen in de waterfase worden sinds 1996 niet meer bepaald, met uitzondering van Schaar van Ouden Doel. De opgeloste concentraties worden nog wel bepaald op de lokaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel.
- de concentraties zware metalen worden bepaald in zwevend stof, omdat het zich hieraan hecht. Dit gebeurt op de lokaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel; lokatie Hansweert is vervallen.
- de PAK's worden eveneens bepaald in zwevend stof, en op de lokaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel; ook bij deze stoffen is lokatie Hansweert vervallen.

3.3 Methode

Aan deze voortgangsrapportage ligt een werkdocument van *Wattel (1998)* ten grondslag. De belangrijkste resultaten zijn overgenomen.

Zuurstof

Van de gehalten zuurstof is van de jaren 1990 t/m 1998 (voor zover beschikbaar) het volgende bepaald: maximum, gemiddelde, 90-percentiel, mediaan en minimum.

Zware metalen- opgelost

De totaalgehalten van zware metalen in water zijn alleen voor Schaar van Ouden Doel bewerkt (zie § 3.2). Het betreft de stoffen Arseen (As), Cadmium (Cd), Chroom (Cr), Koper (Cu), Kwik (Hg), Nikkel (Ni), Lood (Pb) en Zink (Zn).

De gehalten zware metalen in (gecentrifugeerd) zwevend stof zijn bepaald van de lokaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel.

Om de totaalgehalten in water te kunnen toetsen aan de waterkwaliteitsnormen zijn de concentraties gestandaardiseerd. Hierbij is een standaard gehalte zwevend stof gehanteerd van 30 mg/l. De volgende formule is gebruikt (C = concentratie):

$$C_{\text{standaard}} = C_{\text{opgelost}} + ((C_{\text{totaal}} - C_{\text{opgelost}}) \times 30) / C_{\text{gemeten zwevend stof gehalte}}$$

Vervolgens zijn per jaar de maximum- en minimumconcentraties en de 90-percentiel bepaald. De 90-percentiel van de gestandaardiseerde concentraties is vervolgens getoetst aan de waterkwaliteitsnormen. Om de resultaten van de oude en nieuwe waterkwaliteitsnormen met elkaar te kunnen vergelijken is de toetsing uitgevoerd voor de grens- en streefwaarden uit de derde Nota waterhuishouding en voor het MTR (Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau) en de streefwaarden uit de vierde Nota waterhuishouding. Daarbij is er vanuit gegaan dat de normen van de vierde Nota bepalend zijn voor het eindresultaat. Daarom zijn deze laatste normen in deze voortgangsrapportage opgenomen.

Zware metalen in zwevend stof

De gehalten zware metalen in zwevend stof zijn ook gestandaardiseerd. Dit is uitgevoerd met de volgende formule (C = concentratie):

$$C_{\text{standaard}} = C_{\text{gemeten}} \times (a + b \times 40 + c \times 20) / (a + b \times \% \text{lutum} + c \times \% \text{organische stof}).$$

In deze formule zijn correctiefactoren opgenomen (a, b en c), die per metaal worden toegepast om de concentraties te standaardiseren (tabel 3.1).

Tabel 3.1

Correctiefactoren voor standaardisatie van metalen in gecentrifugeerd zwevend stof

Metaal	a	b	c
Arseen	15	0,4	0,4
Cadmium	0,4	0,007	0,021
Chroom	50	2	0
Koper	15	0,6	0,6
Kwik	0,2	0,0034	0,0017
Nikkel	10	1	0
Lood	50	1	1
Zink	50	3	1,5

Van het percentage lutum zijn geen gegevens bekend, daarom is een constante van 25% aangehouden (mond. advies B. van Eck). Ook van het percentage organische stof waren geen gegevens beschikbaar; dit is daarom, zoals gebruikelijk, berekend door het percentage organisch

koolstof te vermenigvuldigen met 1,72. Vervolgens zijn per jaar de maximum- en minimumconcentraties en de 90-percentiel bepaald. De 90-percentiel van de gestandaardiseerde concentraties is vervolgens getoetst aan de normen.

PAK's

De concentraties PAK's zijn alleen bepaald in (gecentrifugeerd) zwevend stof. De lokaties en frequentie zijn hetzelfde als bij de metalen. De navolgende stoffen zijn aan een nader onderzoek onderworpen: Anthraceen (Ant), Benzo(a)Anthraceen (BaA), Benzo(a)Pyreen (BaP), Benzo(ghi)Peryleen (BghiPe), Benzo(k)Fluorantheen (BkF), Chryseen (Chr), Fenantreen (Fen), Fluorantheen (Flu) en Indenopyreen (InP). Van Naftaleen (Naf) waren geen gegevens beschikbaar.

Voor de standaardisatie is gebruik gemaakt van de formule:

$$C_{\text{standaard}} = 20 / \% \text{ org. stof} \times C_{\text{gemeten}}$$

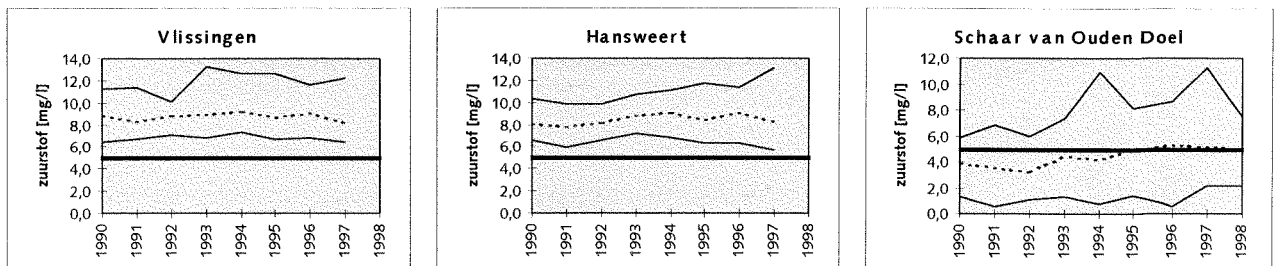
Ook hier is het percentage organische stof berekend door het percentage organisch koolstof te vermenigvuldigen met 1,72. Tot slot zijn per jaar de maximum- en minimumconcentraties en de 90-percentiel bepaald. De 90-percentiel van de gestandaardiseerde concentraties is vervolgens weer getoetst aan de normen.

3.4 Resultaten

Zuurstof

Zuurstof voldoet in het westelijk en in het middendeel aan de norm van minimaal 5 mg O₂/l. Bij Schaar van Ouden Doel wordt de norm niet gehaald (figuur 3.1 en bijlage 3.1); de grens van onderscheiding ligt ongeveer bij Lamswaarde.

Figuur 3.1
Zuurstofconcentraties
[in mg/l]; minima, maxima,
gemiddelden en de norm (5 mg/l)



Metalen in de waterfase

Zoals eerder opgemerkt is na 1996 slechts van Schaar van Ouden Doel nog een toetsing van de gehalten in de waterfase mogelijk. Hier voldoen Koper en Nikkel niet aan de MTR (bijlage 3.2); alleen Kwik voldoet de laatste jaren aan de streefwaarde. Opvallend is dat Cadmium een aantal jaren wel voldeed aan de streefwaarde, maar dat de concentraties vanaf 1996 weer zijn toegenomen. In 1998 werd zelfs de MTR niet gehaald.

Metalen in gecentrifugeerd zwevend stof

Bij Vlissingen en Terneuzen voldoen alle onderzochte metalen aan de MTR (bijlage 3.3). Cadmium, Kwik en Zink voldoen over het algemeen niet aan de streefwaarden, alle andere metalen wel. Bij Schaar van Ouden Doel voldoen alle onderzochte metalen, op Koper na, aan de MTR. Aan de streefwaarden wordt over het algemeen niet voldaan; alleen Nikkel voldeed in 1997 en 1998 aan de streefwaarde.

PAK's in gecentrifugeerd zwevend stof

Bij Vlissingen voldoet Anthraceen niet aan de MTR, alle andere PAK's wel (bijlage 3.4). Aan de streefwaarden wordt door geen van de PAK's voldaan. Bij Terneuzen voldoet naast Anthraceen sinds 1995 ook Benzo(a)Anthraceen niet aan de MTR; aan de streefwaarden wordt door geen van de PAK's voldaan.

Bij Schaar van Ouden Doel voldoen sinds 1990 Anthraceen, Benzo(a)Anthraceen en Fenantreen niet aan de MTR; aan de streefwaarden voldoet geen enkele PAK in deze periode.

3.5 Toetsing

Volgens de hypothese zal de waterkwaliteit van de Westerschelde niet verslechteren. Een algemeen oordeel over veranderingen in de waterkwaliteit, ter toetsing van de hypothese, is echter nog niet te geven.

Per parameter zijn de conclusies als volgt:

De zuurstofconcentraties vertonen nog steeds hetzelfde beeld, met te lage waarden bij Schaar van Ouden Doel.

Aan het MTR voor zware metalen wordt over het algemeen voldaan; alleen Koper is bij Schaar van Ouden Doel een probleemstof. Aan de streefwaarden wordt bij Vlissingen en Terneuzen voor de meeste metalen voldaan, bij Schaar van Ouden Doel over het algemeen niet. Nikkel vormde daar in 1997 en 1998 een positieve uitzondering.

Ook de gehalten PAK's nemen stroomopwaarts toe. Terwijl bij Vlissingen slechts één PAK niet voldoet aan de MTR, zijn dit er bij de grens drie. Bij Terneuzen is sinds 1995 een verslechtering opgetreden ten aanzien van Benzo(a)Anthraceen, die niet meer aan de MTR voldoet. In het gehele gebied voldoet geen van de PAK's aan de streefwaarden.

3.6 Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling de nu gehanteerde monitoringslokaties en parameters te handhaven, om voldoende complete tijdreeksen te genereren. Indien de waterkwaliteit toch blijkt te verslechteren, kan overwogen worden de eventuele migratie van het troebelheidsmaximum in de monding te onderzoeken.

4 Mineralisatie

4.1 Hypothese E1

"De verdiepingswerkzaamheden zullen niet op grotere schaal leiden tot een verhoogd zuurstofverbruik in de waterkolom van de Westerschelde t.g.v. versnelde mineralisatie van opgebaggerd organisch materiaal; hooguit zeer lokaal zal kortdurend een verlaging van de zuurstofconcentratie optreden"

4.2 Analyse

In de hypothese worden twee parameters genoemd:

1. zuurstofverbruik in de waterkolom en
2. zuurstofconcentratie.

Volgens de toelichting is de gedachte achter de hypothese, dat ten gevolge van het storten van gebaggerd materiaal niet veel extra zuurstof uit de waterkolom zal worden onttrokken door de organische stoffen in die baggerspecie.

Het metingenplan voorziet in metingen van het BOD. Dit zijn echter puntmetingen, die niet te gebruiken zijn, omdat het aantal gering is en de metingen te lokaal plaatsvinden. Het metingenplan sluit niet aan op de hypothese; daarom is besloten dit onderdeel niet in deze voortgangsrapportage uit te werken.

4.3 Aanbevelingen

Het is niet duidelijk op welke wijze deze hypothese getoetst kan worden. Het is aan te bevelen hierover een gefundeerd standpunt in te nemen, zodat in de volgende voortgangsrapportage dit onderdeel helder is.

5 Primaire produktie fytoplankton

5.1 Hypothese E2

"De gemiddelde primaire produktie door het fytoplankton in de Westerschelde zal niet veranderen als gevolg van de verdiepingswerkzaamheden."

5.2 Analyse

Voor de Westerschelde geldt, dat de primaire produktie gelimiteerd wordt door licht. Volgens de toelichting bij de hypothese vermindert de primaire produktie bij de stortlokaties nog eens extra. Op het totaal budget aan primair geproduceerd koolstof is dit echter een te verwaarlozen hoeveelheid.

Ter beantwoording van deze hypothese is de jaarproduktie van koolstof door het fytoplankton van belang. Om het effect van het storten te bepalen zijn produktiegegevens nodig uit de omgeving van de stortlokaties en van niet-beïnvloede lokaties, om zo eventuele verschillen te kunnen constateren.

De T₀-rapportage geeft wel informatie over de primaire produktie, maar slechts van twee jaren (1991 en 1995). De waarden gelden voor een vierkante meter per onderzochte lokatie (8 lokaties in de Westerschelde, twee in België). Ook de chlorofylgehalten zijn opgenomen in de T₀-rapportage. Hiervan worden jaargemiddelde waarden gegeven van diverse lokaties en vanaf 1990. De eenheid is mg per kubieke meter.

Geconcludeerd moet worden, dat de T₀ geen informatie biedt om jaarlijks de primaire produktie te volgen. De T₀ zal daarom herzien worden.

Voor de schatting van de primaire produktie zijn behalve chlorofylconcentraties tevens dagelijkse instralingsgegevens nodig en het doorzicht. Volgens het metingenplan vinden chlorofylbepalingen plaats bij Vlissingen, Hansweert en Schaar van Ouden Doel. Op dezelfde lokaties en volgens hetzelfde programma wordt het doorzicht (secchidiepte) bepaald. Lichtinstraling wordt volgens het metingenplan gemeten bij Vlissingen.

De geschatte produkties gelden voor een vierkante meter. Het is niet zinvol om hieruit de jaarprodukties voor de gehele Westerschelde te berekenen, omdat 1. het aantal lokaties te beperkt is, 2. het totale oppervlak van de Westerschelde constant is en 3. de produkties afhankelijk zijn van de diepte van de waterkolom.

5.3 Methode

De biomassa's chlorofyl-a (in µg/l) zijn uit DONAR gehaald. De lokaties waren Vlissingen, Hansweert en Schaar van Ouden Doel. Opgemerkt dient te worden, dat de nauwkeurigheid van de gegevens verschilt. Zo zijn de gegevens van Vlissingen en Hansweert (een

decimaal) nauwkeuriger dan de gegevens van Schaar van Ouden Doel (zonder decimaal). Tevens zijn uit DONAR de doorzichtgegevens (secchidiepte) ingewonnen. Van het KNMI zijn van de lokatie Vlissingen de instralingsgegevens verkregen.

Instraling

Omdat voor de biomassa chlorofyl-a niet alleen de omstandigheden op de dag van meting bepalend zijn, maar ook van de dagen daarvoor, zijn gemiddelden berekend van instraling over een periode van vier dagen, inclusief de dag van meting (advies J. Kromkamp). Deze instralingsgemiddelden zijn vervolgens verrekend tot een maat die voor de produktieschatting relevant is. Dit is nodig, omdat:

- de gemeten golflengte (300-2200 nm) niet overeen komt met wat voor de fotosynthese van belang is (photosynthetic activity radiance PAR = 400-700 nm);
- de eenheid niet overeen komt.

De volgende formules zijn bij deze omrekening van belang:

- $1 \text{ W/m}^2 = 1 \text{ J/m}^2/\text{s}$;
- $1 \text{ W/m}^2 = 4,2 \text{ } \mu\text{E/m}^2/\text{s}$;
- $1 \text{ J/cm}^2 = 1 \text{ Ws/cm}^2/\text{dag} = 10^4/3600 \times 0,334 = 0,927 \text{ Wh/m}^2/\text{dag}$ (PAR).

Op basis van deze formules zijn achtereenvolgens de volgende bewerkingen uitgevoerd:

- de (gemiddelde) instraling in J/cm^2 is vermenigvuldigd met 0.927 om te komen tot de PAR in $\text{Wh/m}^2/\text{dag}$;
- dit is vermenigvuldigd met 3600×10^{-6} (tijdseenheid);
- deze uitkomst is vermenigvuldigd met 4,2 zodat de eenheid $\mu\text{E/m}^2/\text{s}$ werd verkregen.

Fotische diepte

Primaire produktie vindt alleen plaats onder invloed van licht. Vanwege uitdoving in het water is de zone waarin produktie plaatsvindt beperkt. Om met behulp van het doorzicht (secchidiepte) de fotische diepte te berekenen is door J. Kromkamp (NIOO-CEMO) de volgende vergelijking opgesteld:

- $z_p = 4,6 / (1,36251 \times z_p^{-1,44329})$.

(z_p = de diepte waarop 1% van het licht nog beschikbaar is)

In de files uit DONAR ontbraken enkele doorzichtgegevens (SVOD 1993; Vlissingen en Hansweert 1998). Deze zijn aangevuld door gemiddelden te berekenen van de betreffende maand in de voorgaande jaren. Vervolgens is z_p berekend.

Primaire produktie

De primaire produktie is vervolgens geschat met behulp van de volgende formule (Kromkamp *et al.*, 1995):

$$P = b + a (B \cdot I \cdot z_p),$$

waarbij:

P = primaire produktie [mgC/m^2]

B = biomassa chlorofyl-a [mg/m^3 of $\mu\text{g/liter}$]

I = instraling [$\text{E/m}^2/\text{dag}$]

z_p = fotische diepte.

De waarden b en a zijn per lokatie vermeld door Kromkamp *et al.* (1995), maar later gecorrigeerd (meded. J. Kromkamp). De onderzoekslokaties Vlissingen en Hansweert komen met elkaar

overeen; voor Schaar van Ouden Doel zijn de waarden uit de station Zandvliet gehanteerd.

Omdat de betrouwbaarheidswaarde voor Hansweert laag is (0,36), is tevens een regressievergelijking voor de gehele Westerschelde opgesteld. In onderstaande tabel is deze als 'uniform' opgenomen. Voor Hansweert is gebruik gemaakt van deze uniforme regressievergelijking.

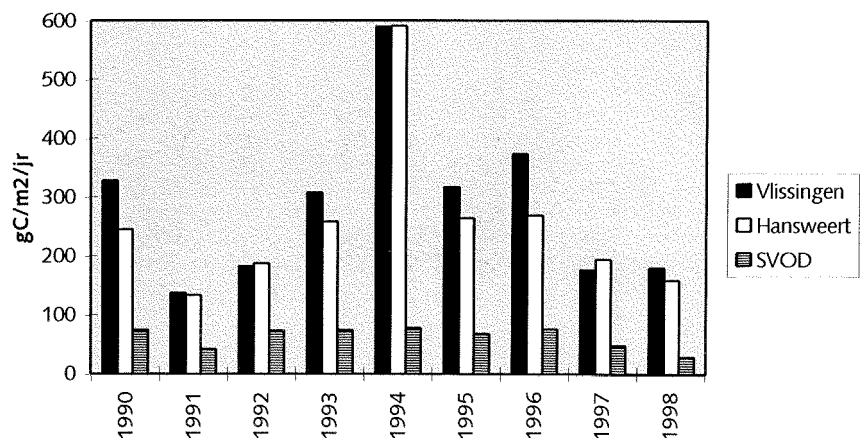
Lokatie	b	a	r ²
Vlissingen	-5,9	1,54	0,82
Hansweert	311,1	1,59	0,36
Zandvliet (SVOD)	-5,9	1,35	0,62
<i>uniform</i>	-4,53	1,54	0,63

Uit de aldus geschatte 'dagelijkse' produkties per vierkante meter zijn de totale jaarprodukties per lokatie berekend. Dit is gedaan door het gemiddelde van de produkties op twee opeenvolgende momenten te berekenen en dit te vermenigvuldigen met het tijdsverschil (dagen). Tot slot zijn de afzonderlijke produkties per periode gesommeerd tot een jaarproduktie.

5.4 Resultaten

In figuur 5.1 (zie ook bijlage 5.1) is te zien, dat de produktie bij Vlissingen en Hansweert ongeveer gelijk is; bij Schaar van Ouden Doel is deze fors afgenomen. De jaarlijkse variatie is groot; daarom is alleen statistisch en over een langere periode vast te stellen of bepaalde waarden buiten de gangbare variaties vallen.

Figuur 5.1
Primaire produktie [gC/m²/jr],
in 1990-1998.



5.5 Toetsing

Gezien de jaarlijkse fluctuaties in de primaire produktie kunnen veranderingen alleen statistisch en over een langere periode vastgesteld worden. Vooralsnog vallen de waarden uit 1997 en 1998 niet buiten het patroon dat vanaf 1990 zichtbaar is.

5.6 Aanbevelingen

Omdat de hypothese is gestoeld op de veronderstelling, dat de lichtdoordringing vermindert bij stortlokaties, kan een relatie gelegd

worden tussen lichtdoordringing en primaire produktie. Het aantal van drie onderzochte lokaties is echter te gering om de invloed van het storten te constateren. Het metingenprogramma zou afgestemd moeten zijn op de ligging van de stortlokaties. Feitelijk zouden in de nabijheid van de stortlokaties metingen plaats hebben moeten vinden van lichtdoordringing en chlorofyl-a/ primaire produktie.

De in dit onderdeel uitgevoerde berekening van de fotsche diepte uit het doorzicht geeft naar verwachting een zekere afwijking. Over meerdere jaren echter zal de variatie niet meer significant zijn (meded. J. Kromkamp).

Het model dat gebruikt is om de primaire produktie te schatten is gebaseerd op gegevens uit 1991. Veranderingen en variaties in het watersysteem kunnen een verandering in de coëfficiënten tot gevolg hebben gehad. Voor Vlissingen zijn deze waarschijnlijk het kleinst (meded. J. Kromkamp). Om een betere schatting te kunnen maken verdient het aanbeveling jaarlijks de regressievergelijking aan te scherpen met extra gegevens. Wanneer aldus een beter model beschikbaar komt zal deze, met terugwerkende kracht vanaf 1990, gebruikt kunnen worden.

6 Primaire produktie microfytobenthos

6.1 Hypothesen E3, E4 en E5

- E3 *"De totale jaarproduktie van het microfytobenthos zal in het westelijk deel van de Westerschelde met ca. 10% toenemen."*
- E4 *"De totale jaarproduktie van het microfytobenthos zal in het middendeel van de Westerschelde met ca. 20% toenemen."*
- E5 *"De totale jaarproduktie van het microfytobenthos zal in het oostelijk deel van de Westerschelde met ca. 5% toenemen."*

6.2 Analyse

De parameter in de hypothesen is de totale, jaarlijkse primaire produktie van het microfytobenthos per deelgebied. Deze wordt uitgedrukt in gewichtseenheden koolstof. De hypothese is gebaseerd op verwachte kwantiteits- en kwaliteitsveranderingen van de belangrijkste habitats, te weten laagdynamische intergetijdengebieden boven gemiddeld hoogwater.

Het metingenplan voorziet echter niet in een jaarlijkse bepaling van de arealen van dit ecotoop. Ecotopenkarteringen vinden plaats in 2001 en 2006. Wel voorziet het metingenplan in een maandelijks bemonstering van 30 raaien, min of meer verspreid over het gebied, waarbij de biomassa chlorofyl-a wordt bepaald (mg/m^2). Aan de hand hiervan kan per deelgebied een raaiemiddelde bruto primaire produktie per vierkante meter worden berekend.

De T_0 -rapportage geeft geen jaarlijkse, raaiemiddelde produkties per deelgebied, zoals hiervoor gedefinieerd. Wel worden chlorofylwaarden en produktiecijfers gegeven van een aantal bemonsterde raaien, maar alleen van 1991 en 1995. Door Stapel & De Jong (1998a) is na verschijnen van de T_0 -rapportage de periode 1993-1996 gerapporteerd, maar ook deze rapportage presenteert de gegevens niet in de juiste vorm (zie bijlage 6.3).

De conclusie luidt, dat de hypothesen bij voorkeur worden getoetst met de arealen laagdynamisch, hoog gelegen intergetijdengebied. Voor de eerste voortgangsrapportage zijn deze gegevens niet beschikbaar. Ter aanvulling worden daarom de raaigegevens aangewend. De periode vóór de verdieping wordt opnieuw berekend en gerapporteerd.

Bij de interpretatie van de resultaten dient men zich te realiseren, dat:

- de jaarlijkse fluctuaties in de primaire produktie groot zijn, o.a. door het weer, zodat de effecten van de verdieping pas op langere termijn te constateren zijn. Er kan daarom nu nog geen beoordeling van de veranderingen plaatsvinden;
- het bepalen van de primaire produktie uit de chlorofylcijfers een schatting is;
- de waarden die gepresenteerd worden gemiddelden zijn van de raaiemonsteringen, die niet representatief hoeven te zijn voor het

gehele slikken- en platengebied in een bepaald deel van de Westerschelde. Dit zou wel het geval zijn, indien voor een at-random-bemonstering was gekozen. In dat geval was het ook meer verantwoord geweest de gevonden waarden te vermenigvuldigen met het areaal intergetijdengebied, zodat een totale koolstofproductie per deelgebied kon worden verkregen. Hiermee zou tegemoet gekomen zijn aan de definiëring van de hypothesen.

6.3 Methode

Voor de herziene T_0 -situatie en de T_1 -situatie zijn de raaien volgens de fysische (MOVE-) indeling geclusterd tot de deelgebieden west, midden en oost (bijlage 6.1). Vervolgens zijn de maandelijkse chlorofyl-a-concentraties [$\mu\text{g/g}$] per bemonsteringspunt van de raaien ingewonnen, betrekking hebbende op de bovenste centimeter van het sediment (periode 1993-1997). Hieruit zijn de jaargemiddelde chlorofyl-concentraties in mg per vierkante meter berekend (concentratie in $\mu\text{g/g}$ vermenigvuldigd met 15,5; op basis van een gemiddelde sedimentdichtheid van $1,55 \text{ g/cm}^3$). De bruto primaire productie per vierkante meter is geschat met de formule:

$P = 1,13B + 8,23$ waarbij:

B = biomassa chlorofyl-a ($\text{mg/m}^2/\text{jaar}$);

P is in $\text{gC/m}^2/\text{jaar}$;

B is in $\text{mg/m}^2/\text{jaar}$.

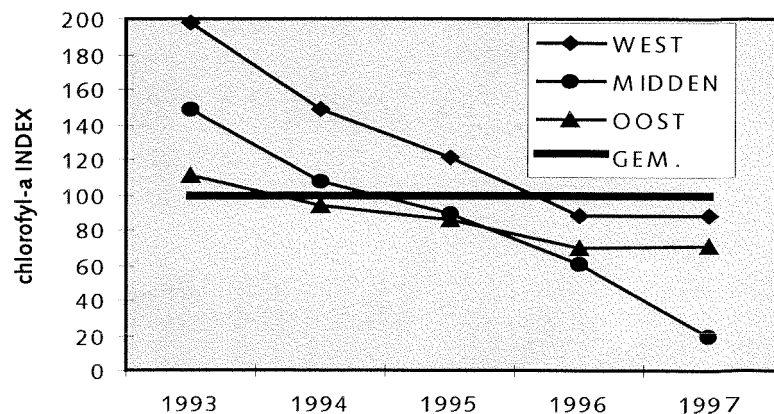
Om te voorkomen dat de waarden per deelgebied representatief worden geacht voor de deelgebieden (zie § 6.2), zijn de jaargemiddelde chlorofyl-a concentraties per deelgebied omgerekend tot indexwaarden. Hierbij is van alle deelgebieden, over de periode 1993-1997, het gemiddelde berekend. Dit gemiddelde is op 100 gesteld.

6.4 Resultaten

Omdat de ontwikkeling in primaire productie overeenkomstig vertoont met chlorofyl-a, is de primaire productie hier niet weergegeven, wel in bijlage 6.2. In de periode voorafgaand aan de verdieping vertoonden de biomassa en primaire productie per vierkante meter een afname (figuur 6.1). In deelgebied Midden vond de grootste afname plaats. In 1997 is de afname in het westen en oosten tot stilstand gekomen.

Figuur 6.1
Chlorofyl-a indices van
benthische diatomeeën in
1993-1997

NB: het gemiddelde van alle
waarden is op 100 gesteld



6.5 Toetsing

De hypothesen zijn feitelijk gebaseerd op veranderingen in het areaal hooggelegen, laagdynamisch intergetijdengebied. Omdat hiervan momenteel geen gegevens bekend zijn, kunnen de hypothesen nog niet worden getoetst.

Wel kan iets gezegd worden over de veranderingen per oppervlakte-eenheid. Op de raaien was in 1997 de primaire produktie per vierkante meter in het westen en oosten gelijk aan 1996. In het midden van de Westerschelde vond een voortgaande afname plaats. Alleen een statistische toets kan vaststellen of de gesignaleerde afname significant is.

6.6 Aanbevelingen

Om de koolstofproduktie van een gebied te schatten heeft een randombemonstering, met periodiek wisselende plots, de voorkeur boven de gehanteerde raajibemonsteringen op een vaste lokatie. De reden is, dat met een randombemonstering de kans wordt vergroot dat alle combinaties van bodemkenmerken in de plots voorkomen, zodat verschillen in biomassa chlorofyl als gevolg van verschillen in bodemgesteldheid worden genivelleerd.

Omdat gekozen is voor de raajibemonsteringen kan overwogen worden een validatie uit te voeren van deze conversie. De vraag bij deze conversie is, in hoeverre de bodemkenmerken in de raaien representatief zijn voor het gehele gebied. Een ecotoopbenadering is hiervoor zeer geschikt.

7 Bodemdieren

7.1 Hypothesen E6, E7 en E8

- E6 *"De jaargemiddelde biomassa aan bodemdieren op platen, slikken en ondiepwater-gebieden in het westelijke deel van de Westerschelde zal ca. 5% toenemen"*
- E7 *"De jaargemiddelde biomassa aan bodemdieren op platen, slikken en ondiepwater-gebieden in het middendeel van de Westerschelde zal ca. 20% toenemen"*
- E8 *"De jaargemiddelde biomassa aan bodemdieren op platen, slikken en ondiepwater-gebieden in het oostelijke deel van de Westerschelde zal ca. 10% toenemen"*

7.2 Analyse

Deze hypothese behoeft enige aanscherping. De toelichting op deze hypothesen gaat uit van een jaargemiddelde biomassa bodemdieren per ecotoop per deelgebied. Ecotopen zijn hierbij ingedeeld op basis van hoogteligging, slibrijkdom en stroomsnelheid. Door de verwachte veranderingen in arealen van deze ecotopen zullen de totale bestanden aan bodemdieren per deelgebied een bepaalde ontwikkeling doormaken. De gepubliceerde T_0 (Mol et al., 1997) sluit hier niet op aan, want daar worden gemiddelde dichtheden en biomassa's per plot per dieptestratum gepresenteerd. De definiëring van de dieptestrata is wel in beide benaderingen uniform, namelijk: boven NAP -2 m voor platen en slikken en tussen NAP -2 m en -5 m voor ondiep water. Impliciet wordt ervan uitgegaan dat ieder ecotoop een min of meer bepaalde 'eigen' bodemdieren-biomassa heeft (deze veronderstelling wordt in de evaluatierapportage op geldigheid onderzocht).

Hiervan uitgaande zou een elegante werkwijze voor de toetsing van deze drie hypothesen zijn, om voor ieder jaar in de beschouwde periode (T_0 en T_1 ; hier resp. 1990-1996 en 1997) te weten hoe de arealen van deze ecotopen in de deelgebieden (oost, midden, west) zich ontwikkelen. De arealen van die ecotopen zouden vervolgens ieder jaar random bemonsterd moeten zijn. Het metingenplan laat dit echter niet of nauwelijks toe; pas in 2001 wordt er een ecotopenkartering uitgevoerd. Een T_1 die op een ecotopenkartering gebaseerd is, is daarmee vóór 2001 onmogelijk. Voor de T_0 heeft er geen random stratified sampling op bodemdieren van die arealen plaatsgevonden. Wel is er een uitgebreide veldverkenning van bodemdieren geweest, maar daarbij werden geen biomassa's bepaald (Stikvoort en Rueda, 1996). Overigens bleek uit een vergelijking van deze vooral kwalitatief verzamelde gegevens met op dezelfde locaties verzamelde steekbuisgegevens dat er een slechte kwantitatieve relatie tussen de beide bemonsteringen te leggen is (Stikvoort & De Haan, 1998).

De beste mogelijkheden om zo dicht mogelijk bij de oorspronkelijke opzet van de benthoshypothesen te blijven biedt het monitoren van

bodemdieren in de Westerschelde in het kader van MWTL en de benthos-inventarisaties in plot 4 van het MOVE-programma. Hier worden de dieptestrata 'litoraal' (boven -2m NAP) en 'ondiep' (tussen NAP -2 en -5 m) op dezelfde wijze als bij MOVE gedefinieerd, en bovendien random stratified bemonsterd. Met bodemeigenschappen en stroomsnelheid wordt evenwel geen rekening gehouden. Deze programma's laten door zowel de bemonstering in het voor- als het najaar toe om jaargemiddelde biomassa's per deelgebied per dieptezone te bepalen.

7.3 Methodiek

Gebruik is dus gemaakt van de bodemdierengegevens die het RIKZ sinds 1992 in het kader van biomonitoring (MWTL) in de Westerschelde verzamelt, en van de gegevens die sinds 1994 in het kader van het project MOVE verzameld worden. Voor biomonitoring worden bodemdieren bemonsterd in plot 1, 2 en 3 en voor MOVE in plot 4 (Bijlage 7.1). Tezamen dekken deze plots vrijwel de gehele Westerschelde. De resultaten van de litorale raabemonsteringen die in het kader van MOVE sinds 1994 zijn verzameld werden bij deze analyse niet betrokken.

De plots 1 t/m 4 werden in de periode 1992-1997 (en thans nog steeds) wel op vergelijkbare wijze bemonsterd: vier dieptestrata, te weten in het litoraal (boven NAP -2m), van -2 tot -5 m, van -5 tot -8 m en dieper dan NAP -8 m) worden ieder voor- en najaar random stratified bemonsterd. In plots 1 t/m 3 gaat het om 10 monsters per stratum per plot. Omdat plot 4 veel kleiner is dan de andere drie worden hier vijf monsters per stratum verzameld. Voor de toetsing zijn alleen de dieptestrata 'litoraal' en 'ondiep' (NAP -2 tot -5m) van belang. Voor meer details over de bemonsteringstechniek wordt verwezen naar de rapportages van het NIOO-CEMO (*Craeymeersch et al., Brummelhuis et al. en Groenewold (et al.), diverse jaren*).

Uit deze gegevens wordt per periode (voor- of najaar) per stratum per plot een gemiddelde biomassa per m² berekend. Hieruit wordt een jaargemiddelde biomassa per m² per stratum per plot bepaald.

Een complicatie is dat in 1994 in plot 4 geen litorale monsters zijn genomen. Aangezien in dit plot in het litoraal ca. 3 maal zoveel biomassa per m² voorkomt als in het ondiepe, en de schatting een zwaar stempel op het eindtotaal drukt, zijn de MOVE-gegevens van 1994 niet gebruikt.

Om nu tot jaargemiddelde bestanden per deelgebied te komen worden deze biomassa's met de bijbehorende jaargemiddelde arealen per stratum per plot vermenigvuldigd. Door Directie Zeeland (Jos de Jong) zijn de arealen van het litoraal en het ondiepe stratum per plot (exclusief schorren) bepaald. Alleen van 1990, '92, '94, '96 en 1997 konden de arealen bepaald worden. Bovendien zijn dit geen jaargemiddelde arealen, maar de arealen op basis van de beschikbare lodingen uit een jaar. Om naar jaargemiddelde arealen te komen werden aan de berekende arealen datumgemiddeldes toegekend. Van ieder gelood vak (1 t/m 6 voor de Westerschelde) is per loding bekend wanneer de eerste en laatste dag van loding was. Voor de arealen van plot 1 werd het datumgemiddelde bepaald uit de vroegste en laatste datum van de lodingen van vakken 5 en 6, voor plot 2 van vakken 3

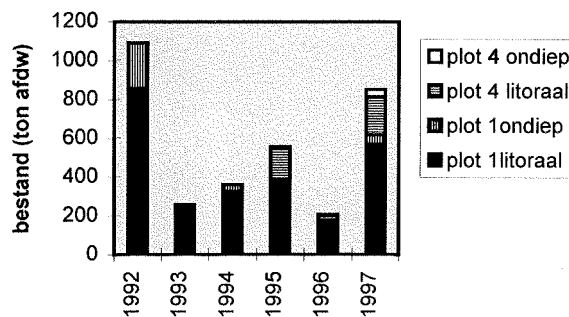
en 4, voor plot 3 van vakken 1 en 2 en voor plot 4 vak 4 (zie bijlage 7.1 voor de situering van lodingsvakken en bodemdierenplots). Met behulp van de aldus bepaalde datumgemiddeldes werden de geleverde arealen in een tijdreeks geplaatst. Bijlage 7.2 geeft de grafieken daarvan weer. De jaargemiddelde arealen per jaar van 1992 t/m 1997 werden lineair geïnterpoleerd uit de 'naastliggende' twee punten in de grafiek.

7.4 Resultaten

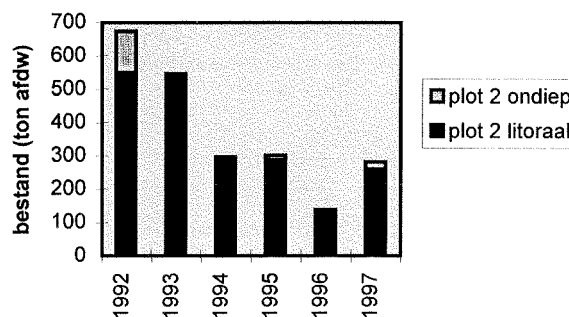
Uit figuur 7.1 blijkt dat de geschatte bestanden grote fluctuaties doormaken, in ordegrootte van tientallen procenten. Gezien die grote fluctuaties, en de korte duur van de periode ná de start van de verdieping is het nog zinloos om de hypothese te toetsen. Bovendien slaan de voorspellingen van die hypothesen op een effectperiode van 25 jaar. Een verandering in de bestanden kan dus nu nog niet aangetoond worden.

Ook kan er geconcludeerd worden dat er langjarige meetreeksen, met een voldoende frequentie, moeten worden gemaakt om de veronderstelde veranderingen (hypothesen) statistisch significant te krijgen.

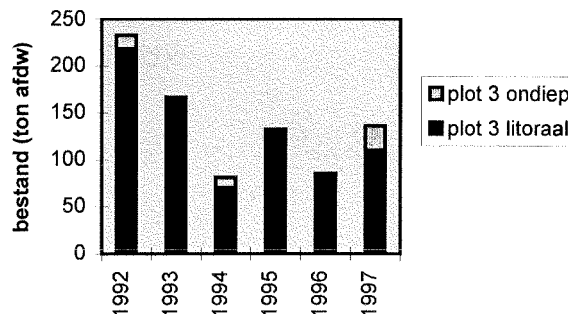
Figuur 7.1
Ontwikkeling van het bodemdierenbestand in de Westerschelde (1992-1997)
a: westelijk deel



b: middendeel



c: oostelijk deel



7.5 Discussie en aanbevelingen

De hypothesen hebben betrekking op een indeling van de Westerschelde met drie deelgebieden. Deze indeling komt niet overeen met die van de bodemdierenprogramma's. Bij het bodemdierenonderzoek is enerzijds gekozen voor een bepaalde indeling om tot een goede uitspraak over het benthos per dieptestratum te komen; daarom is de methode ook 'random stratified'. Anderzijds was aanvankelijk de indeling van het project MOVE niet bekend. De analyse zou opnieuw uitgevoerd kunnen worden conform de MOVE-deelgebieden, maar statistisch begeven we ons dan op gladder ijs. De verschillende strata zijn namelijk met verschillende 'intensiteiten' bemonsterd: de ene keer bijv. 20 monsters in een stratum, en het jaar erop maar 5.

In het kader van MOVE vinden er óók bemonsteringen op raaien in het litoraal plaats. Voor een benadering zoals hier is uitgewerkt (bestandsschatting per deelgebied) dienen de bemonsteringen een representatief beeld te geven van een stratum (in dit geval het litoraal). De opzet van de MWTL-bemonsteringen is zodanig dat deze aanname juist lijkt, immers het litoraal wordt random bemonsterd. Van de raaigegevens kan dit echter niet met zekerheid gezegd worden. Sterker nog, het vermoeden bestaat dat deze raaien een niet-representatief beeld geven van het litoraal van de Westerschelde. Bijvoorbeeld: in het middendeel van de Westerschelde zijn met de raaien alleen slikken bemonsterd en geen platen, terwijl platen een belangrijk deel van het litoraal in dat deel van de Westerschelde vormen. Bekend is dat slikken en platen verschillen in zowel abiotiek als biotiek. Ook in het oostelijke deel zijn met de raaien vooral slikken bemonsterd. Zolang onduidelijkheid bestaat over de representativiteit van de raaigegevens voor het litoraal van de Westerschelde, lijkt het ons beter deze gegevens niet te combineren met de MWTL-gegevens en plot 4 van MOVE. Om vergelijkbare redenen zijn ook de gegevens van het MWTL-programma uit 1990 en 1991 niet gebruikt omdat toen in het litoraal op vaste, niet random gekozen, locaties werd gemonsterd.

Een raaiemonstering kan echter zinvol zijn wanneer de ontwikkeling van de vaste punten op de raaien gevolgd moet worden en/of de ontwikkeling gekoppeld wordt aan de andere metingen die op die locaties plaatsvinden. Zo niet, dan zou overwogen kunnen worden om het geld en de energie die voor deze bemonstering aangewend worden, te gebruiken voor een intensievere random stratified bemonstering van het litoraal.

Ook zijn de verzamelde bodemdierengegevens in de twee diepe strata van plot 4 niet gebruikt. Voor de hypothesen zoals ze nu vaststaan zijn deze gegevens niet van belang. Zijn ze ook voor de evaluatie niet van belang, dan zouden ze net zo goed niet in het bemonsteringsprogramma opgenomen kunnen worden.

Wanneer de bovenstaande resultaten toch onbevredigend zijn, en onvoldoende recht doen aan de geest waarin de hypothesen opgesteld zijn, dus meer vanuit een gedetailleerde geomorfologische stratificering, dan wordt aanbevolen om een geheel nieuw bemonsteringsprogramma te ontwerpen. Nadeel is wel dat het erg lastig is, zo niet onmogelijk, om alsnog een goede bijpassende T_0 te maken.

8 Vis en garnaal

8.1 Hypothesen E9, E10 en E11

- E9 *"De potentieel beschikbare opgroei gebieden (=kinderkamers) voor larven, jonge vis en jonge garnaal zullen in het westelijk deel van de Westerschelde met ca. 10% afnemen."*
- E10 *"De potentieel beschikbare opgroei gebieden (=kinderkamers) voor larven, jonge vis en jonge garnaal zullen in het middendeel van de Westerschelde met ca. 10% afnemen."*
- E11 *"De potentieel beschikbare opgroei gebieden (=kinderkamers) voor larven, jonge vis en jonge garnaal zullen in het oostelijk deel van de Westerschelde met ca. 15% afnemen."*

8.2 Analyse

In de hypothese en de toelichting daarbij wordt verondersteld, dat als opgroei gebied voor vissen en garnalen fungeren:

- ondiepwater gebieden met maximale stroomsnelheid van 0,5 m/s;
- laaggelegen, laagdynamische intergetijdengebieden.

De afname van de kinderkamerfunctie wordt gebaseerd op een veronderstelde afname van het areaal rustig, ondiep water, in het oosten tevens van het laaggelegen, laagdynamische intergetijdengebied.

Het metingenplan bevat vaklodingen, waaruit het areaal ondiep water te berekenen is. Detaillering naar stroomsnelheid is echter niet jaarlijks mogelijk, omdat stroomsnelheden alleen in 1999, 2002 en 2005 worden gemeten. In het areaal laaggelegen, laagdynamische intergetijdengebieden wordt voorzien middels ecotopenkarteringen. Deze zijn gepland in 2001 en 2006. Hierbij wordt gebruik gemaakt van luchtfoto's en veldonderzoek.

De T₀-rapportage geeft de benodigde arealen weer (1996). Een aanvulling met gegevens over vissen en garnalen is niet mogelijk, omdat deze organismen vooral kwalitatief worden beschreven.

De T₀-rapportage geeft dus de benodigde informatie. Maar het metingenplan voorziet niet in een jaarlijkse toetsing van deze hypothesen. Voor deze rapportage zijn geen gegevens voorhanden.

8.3 Aanbevelingen

Bij deze hypothese zijn aannames gedaan ten aanzien van de fysische kenmerken van kinderkamers. Bij een toetsing volgens deze fysische kenmerken zouden de stroomsnelheidsmetingen bij voorkeur afgestemd moeten worden op de ecotopenkarteringen. Een toetsing van het werkelijk gebruik door garnalen en vissen kan echter zinvol zijn. Inwinnen van gegevens, inclusief de periode vóór de verruiming, ligt dan voor de hand.

Momenteel is echter een studie gaande naar de kinderkamerfunctie van de Westerschelde. De uitkomsten hiervan zullen leiden tot meer concrete aanbevelingen om deze hypothese te toetsen.

9 Avifauna Hooge platen

9.1 Hypothese E12

“De vogelfunctie van de Hooge Platen voor de sterns (broedgebied) en de Bergeenden (ruigebied) zal niet verminderen.”

9.2 Analyse

De hypothese gaat over de vogelfunctie van de Hooge Platen. Dit gebied bestaat feitelijk uit twee delen, namelijk Hooge Platen en Hooge Springer. Wanneer in de tekst wordt gesproken over Hooge Platen, wordt het gehele platencomplex bedoeld.

In deze hypothese en de toelichting daarop staat feitelijk, dat het gebied niet zal verlagen, zodat het zijn functie voor vogels zal behouden. Die functie bestaat uit foerageer- en ruimogelijkheden voor Bergeenden en broedgelegenheid voor sterns. Daarom zijn relevant:

- het areaal intergetijdengebied als ruigebied;
- het areaal boven gemiddeld hoogwater als broedgebied;
- de hoogteligging van het gebied.

Van de Hooge Platen worden het areaal en de inhoud jaarlijks berekend. Dit vindt plaats met behulp van lodingen en inhoudsberekeningen. De resultaten hiervan zijn opgenomen in dit werkdocument.

Met een hogere nauwkeurigheid worden op de Hooge Platen ook eens per twee jaar waterpassingen uitgevoerd en maandelijks sedimentatie/erosiemetingen op twee raaien. Deze gegevens zijn niet ingewonnen en verwerkt voor dit werkdocument. De reden hiervan is meerledig. De hoogtemetingen voegen slechts gedetailleerdere informatie toe aan de (cumulatieve) areaalontwikkelingen. Bovendien was de beschikbare tijd te beperkt. Bij de aanbevelingen komt dit punt overigens terug.

Om te onderzoeken of de aantallen vogels de ontwikkeling in de morfologie volgen wordt voorgesteld ook het aantal ruiende Bergeenden (augustustellingen) en het aantal broedparen sterns te rapporteren. De benodigde tellingen zijn niet opgenomen in het metingenplan, maar vinden in een ander kader wel plaats. Bergeenden worden door het RIKZ geteld, broedende sterns door de Stichting Het Zeeuwse Landschap (R.B. Beijersbergen).

Biedt de T₀-rapportage informatie zoals gewenst is?

In de T₀-rapportage wordt het aantal broedparen van diverse soorten sterns per jaar en per deelgebied van de Westerschelde weergegeven. Van de Bergeend wordt per deelgebied van de Westerschelde een aantalsverloop door het jaar heen gepresenteerd. De conclusie luidt dat de T₀ tekort schiet voor wat betreft het aantal Bergeenden, en dat het aantal broedparen van de sterns niet in de gewenste vorm zijn opgenomen. Daarom worden in deze voortgangsrapportage de aantallen van de periode vóór de verdieping tot heden weergegeven.

9.3 Methode

Ter toetsing van deze hypothese zijn de volgende fysische en avifaunistische gegevens, met betrekking tot de Hooge Platen ingewonnen:

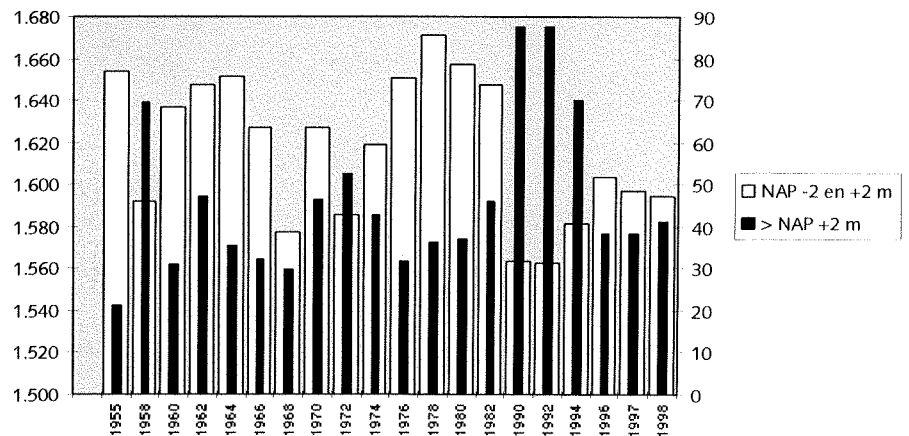
- areaal intergetijdengebied (tussen NAP -2 en + 2 m);
- areaal hooggelegen gebied boven NAP 2.00 m;
- aantallen Bergeenden in augustus, dit aantal is een maat voor het aantal ruiende vogels;
- aantal broedparen sterns per jaar.

Omdat de T_0 tekort schoot zijn de aantallen vogels met terugwerkende kracht ingewonnen. De gepresenteerde tijdreeks vangt aan bij 1978.

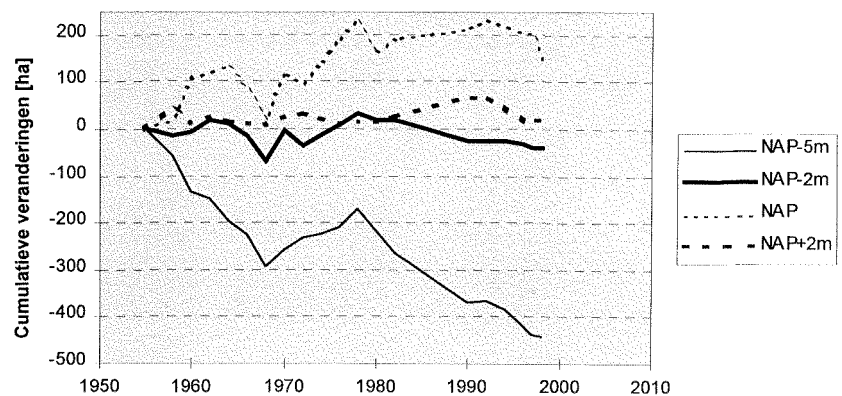
9.4 Resultaten

Uit figuur 9.1 valt af te lezen, dat zowel het areaal boven NAP + 2m als tussen NAP +2 en -2 m licht fluctueert (zie ook bijlage 9.1). De laatste twee jaren heeft zich hierin geen opvallende wijziging voorgedaan. Deze constatering wordt bevestigd door figuur 9.2, waarin de cumulatieve areaalveranderingen worden weergegeven. Alleen het gebied boven NAP-5 m vertoont een dalende trend.

Figuur 9.1
 Arealontwikkeling Hooge Platen (1955-1998) [ha]
 NB: > NAP +2 m is weergegeven op de rechter y-as (zie ook bijlage 9.1)

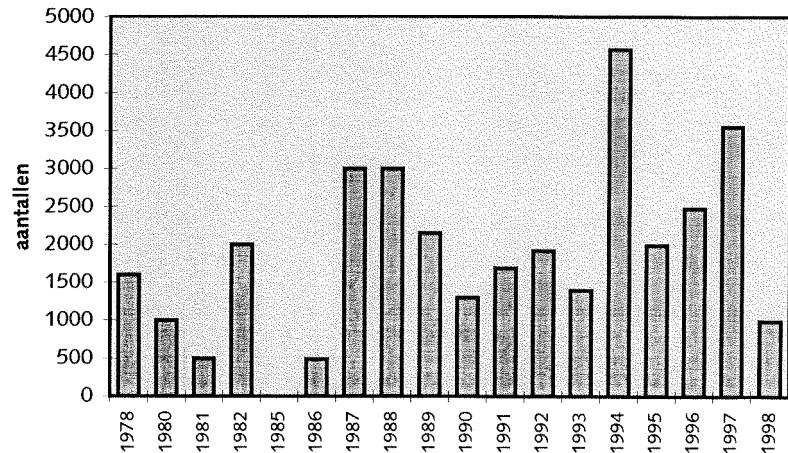


Figuur 9.2
 Cumulatieve areaalveranderingen Hooge Platen (1955-1998) [ha]
 (bewerking G. Mol)

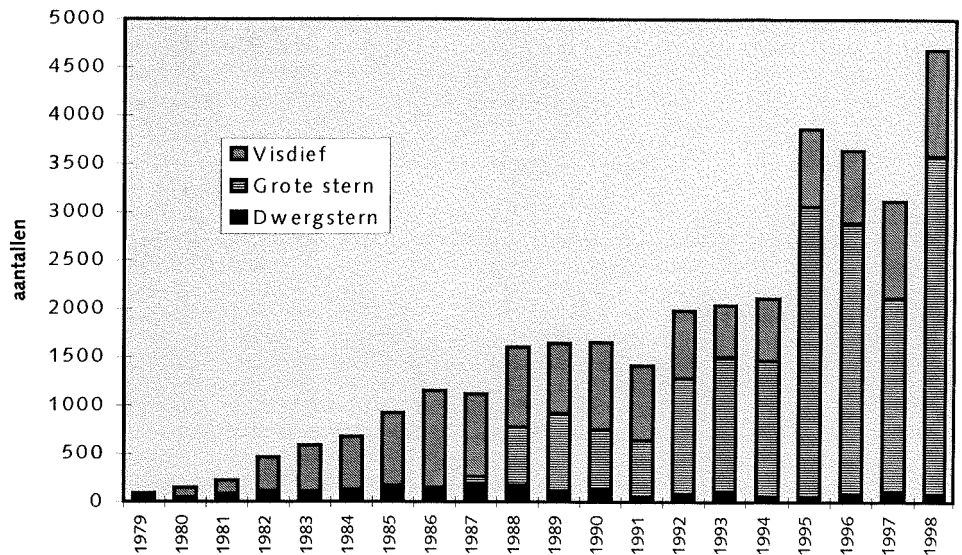


Het aantal ruiende Bergeenden varieert vrij sterk (figuur 9.3). In 1998 is het aantal gekelderd. De vogels blijken het ene jaar op de Hooge Platen, het andere jaar op de Hooge Springer te zitten (bijlage 9.2). Het aantal broedende sterns nam in 1997 ten opzichte van de twee jaren daarvoor iets af (figuur 9.4, bijlage 9.3), in 1998 vond door een toename van met name de Grote stern weer een stijging plaats.

Figuur 9.3
Aantal getelde Bergeenden op de Hooge Platen (zie ook bijlage 9.2; in 1985 is niet geteld)



Figuur 9.4
Aantal broedparen sterns op de Hooge Platen



9.5 Toetsing

De hypothese kan worden getoetst met de arealen intergetijdgebied en de aantallen vogels.

De arealen variëren enigszins in de tijd; er kan nu nog geen beoordeling plaatsvinden. Het aantal in augustus getelde Bergeenden, dat een maat is voor het aantal ruiende vogels, is aan sterke schommelingen onderhevig. Het aantal broedende sterns dat van de Hooge Platen gebruik maakt is na de T₀-periode blijvend hoog. Gezien het korte tijdsbestek na de verdieping kan nog geen algemene conclusie over de vogelfunctie van de Hooge Platen worden getrokken.

9.6 Aanbevelingen

Bij de toetsing van deze hypothese is primair de hoogteligging van het gebied van belang. In grote lijnen kan deze gevolgd worden door een weergave van de cumulatieve areaalveranderingen, en door de arealen tussen NAP -2 en +2 m en boven NAP +2 m. In de hoogteligging van de Hooge Platen kan echter een gedetailleerder inzicht worden verkregen, door gebruik te maken van de waterpassingen en sedimentatie/ erosieplots. Ook is het denkbaar de plaatinhoud temporeel te volgen, en of de droogvalduur jaarlijks te bepalen. Dit zijn relevante items, waarover vóór de volgende voortgangsrapportage een beslissing genomen dient te worden.

Het werkelijk gebruik van het gebied door vogels komt tot uitdrukking in de tellingen van watervogels en broedvogels op de Hooge Platen. Deze worden uitgevoerd door het RIKZ en de Stichting Het Zeeuwse Landschap (deels in MWTL-verband). Ze zijn echter niet opgenomen in het metingenplan MOVE. Het is aan te bevelen deze tellingen veilig te stellen en daarmee de continuïteit van gegevens voor de monitoring van de verruiming te waarborgen.