AquaSense

Macrozoöbenthos in de Westerschelde

Een historisch overzicht (1965-2002)

AquaSense

Macrozoöbenthos in de Westerschelde

Een historisch overzicht (1965-2002)

in opdracht van	Rijksinstituut voor Kust en Zee

Uitvoering door	Wouter Gotjé & Michelle de la Haye
namens opdrachtgever	Belinda Kater

rapportnummer	**code opdrachtgever**	**status**
2422rap	67041127	Eindrapport

autorisatie	**naam**	**paraaf**	**datum**
opgemaakt	Wouter Gotjé		
gecontroleerd	Michelle de la Haye		
goedgekeurd	Dr. J.T. Meulemans		

Citeren als: AquaSense (2004). Macrozoöbenthos in de Westerschelde Een historisch overzicht (1965-2002) (1965-2002). In opdracht van: Rijksinstituut voor Kust en Zee. Rapportnummer: 2422rap.

AquaSense
Kruislaan 411a
Postbus 95125
1090 HC Amsterdam
telefoon (020) 592 22 44
telefax (020) 592 22 49
Url=http://www.aquasense.com

© AquaSense - Het copyright van deze notitie is nadrukkelijk voorbehouden aan AquaSense. Niets uit dit rapport mag op enigerlei wijze worden vermenigvuldigd zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van AquaSense, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander doel dan waarvoor het is vervaardigd. Het is de opdrachtgever toegestaan vrijelijk kopieën van deze notitie te maken. Dit rapport is gedrukt op chloorvrij gebleekt papier. De omslag is gemaakt van PVC-vrije kunststof.

Grontmij Groep

Inhoud

1. Inleiding 3
2. Afbakening 5
3. Resultaten 7
    3.1. Soortensamenstelling 7
    3.3. Dichtheid 8
    3.3. Biomassa 9
    3.4. Levensgemeenschappen 11
    3.4. Hard substraat en mosselbanken 12
4. Discussie en aanbevelingen 15
5 Literatuur 17

1. Inleiding

Het project Zeekennis ontwikkelt kennis om de beleids- en beheersvragen te kunnen beantwoorden, die ontstaan rond de thema's: toegankelijkheid Scheldehavens, veiligheid tegen overstromen en natuurlijkheid van het fysische en ecologisch systeem.

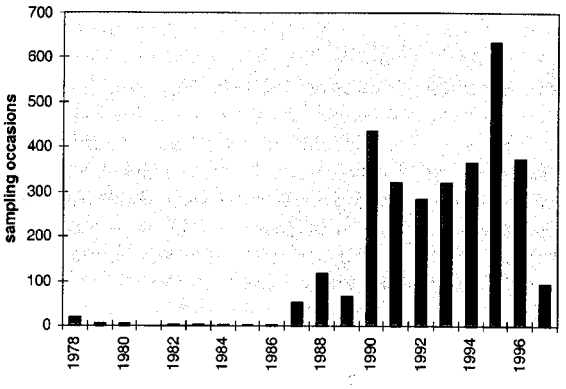
AquaSense is door RIKZ gevraagd om een literatuurstudie uit voeren om te komen tot een schets van de historie van het bodemleven in de Westerschelde.

2. Afbakening

Gebied: Afgesproken is dat alleen gegevens met betrekking tot de Westerschelde worden bekeken. Er is dan ook geen vergelijking gemaakt met andere estuaria. Uitgegaan wordt in eerste instantie van gegevens over het Nederlandse deel van de Schelde. Gegevens over de brakke Beneden Schelde in België worden zoveel mogelijk meegenomen, indien er gegevens beschikbaar zijn in de verzamelde literatuur.

Periode: Er is gekozen voor de periode van 1965-2002, omdat over de periode voor 1965 en na 2002 geen gegevens beschikbaar waren[1]. De periode 1965 – 1990 is vooral gebaseerd op Ysebaert & Meire (1991). In dit document zijn andere overzichtsrapporten, zoals Heib et al (1986; overzicht 1978-1985), geïntegreerd[2]. Voor de periode na 1990 is een scala aan publicaties gebruikt.

Uit figuur 1 blijkt dat vooral vanaf 1990 een groot aantal locaties zijn bemonsterd. De resultaten van deze bemonstering zijn opgenomen in een groot databestand van het NIOO-CEMO te Yerseke. Het is derhalve pas mogelijk om een goed beeld van de historie weer te geven vanaf ca 1990. Er is echter geen overzichtrapport over deze gegevens.



Figuur 1 De bemonsteringsfrequentie in de Westerschelde van 1978 – 1997 (uit Ysebaert en Meire, 1999)

[1] Gegevens over 1952 zijn besproken in Leloup & Konietzko (1956). Rechereches biomogiques sur les eaux saumatres dus Bas-Escaut. Verhandelingen van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, No 132, 100pp.

[2] In Heib et al (1986) zijn diverse figuren opgenomen met trends per soortengroep en per soort over de periode 1978-1985.

Organismen: Alleen de ontwikkeling van macrozoöbenthos over bovengenoemde periode wordt besproken en niet het epibenthos omdat binnen de beschikbare tijd geen literatuur verzameld kon worden. Gegevens over hard substraat gemeenschappen zijn ook vrijwel niet verzameld en worden dus ook nauwelijks behandeld. Oligochaeta zijn slecht onderzocht in de Westerschelde.

Aanpak: Deze rapportage betreft de resultaten van een literatuurstudie. Het is derhalve niet de bedoeling dat monitoringgegevens verwerkt worden. Omdat de gebruikte beschikbare literatuur voornamelijk bestaat uit monitoring verslagen en niet uit trendanalyses (vooral na 1990), zullen de gepresenteerde gegevens alleen vrij kwalitatief besproken worden. Seizoensinvloeden op de macrofaunasamenstelling en invloed van de ligging van de onderzochte monsterlocaties kunnen niet goed in de studie betrokken worden. Om toch nog iets te kunnen zeggen over de globale trends zijn van een aantal monitoringrapporten wat gemiddelden berekend, die vervolgens in vier tabellen in dit rapport worden gepresenteerd. Het gaat daarbij dus om een vergelijking van gegevens uit verschillende jaargetijden en van verschillende locaties. De gegevens uit najaar 1990, 1997 en 2002 (Craeymeersch *et al.*, 1990, Brummelhuis *et al.*, 1997; Sisterman *et al.*, 2003) laten zich nog het beste met elkaar vergelijken, omdat het een uitgebreid monitoringprogramma betreft langs de hele gradiënt en altijd in het najaar.

3. Resultaten

3.1. Soortensamenstelling

1965-1990 (Ysebaert & Meire 1991)[3]

Over de periode 1965-1990 zijn in totaal 76 verschillende soorten macrozoöbenthos waargenomen in de Westerschelde en de beneden Zeeschelde. Het maximale aantal soorten in één monster was 24 en het minimale 0.

Van de 76 soorten waren 44 Annelida, 16 Mollusca en 13 Arthropoda. De voedselgildes waren als volgt verdeeld over de 76 soorten: 33 deposit feeders (43%), 25 omnivoren/predatoren (33%) en 16 filter feeders (21%).

De vier meest voorkomende soorten in de besproken 921 monsters zijn allemaal deposit feeders: de arthropode *Bathyporeia* spec. (in 32% van de alle monsters aanwezig), de anelide *Heteromastus filiformis* (28%), de mollusk *Macoma balthica* (25%) en de arthropode *Corophium* spec.(19%). De meest voorkomende omnivoor/predator is *Nereis diversicolor* (in 16% van de monsters) en van de filter feeders komt de mollusk *Cerastoderma edule* het meest voor in monsters (7,5%).

Omdat in de periode van 1965-1990 geen tijdreeksen opgebouwd zijn op één bepaalde locatie is het niet mogelijk een scheiding aan te brengen tussen patronen in ruimte en tijd. Het is dan ook moeilijk te achterhalen in hoeverre de soortensamenstelling in macrozoöbenthos van de Westerschelde veranderingen heeft ondergaan in deze periode. Op twee locaties in het gebied zijn binnen deze periode (1978-1988) wel tijdreeksen opgebouwd dit zijn de Middelplaten en de Platen van Valkenisse. Heip *et al.* (1986), Moerland (1987) en Janssen *et al.* (1988) melden hierover dat er geen trend te detecteren valt. De gemeenschap op de platen bestaat uit een beperkt aantal soorten waarvan de dichtheid en onderlinge dominantie verhoudingen bepaalt worden door toevallige factoren. Er worden zowel grote seizoensvariaties als grote variaties per jaar waargenomen.

---

[3] Ysebaert & Meire (1991) hebben in hun studie 25 jaar onderzoek in de Westerschelde en Beneden Zeeschelde bijeen gebracht. In totaal zijn in die periode door verschillende instituten 988 monsters genomen op 901 verschillende monsterlocaties. Er zijn in totaal slechts 15 locaties die meerdere keren bemonsterd zijn.

Ontwikkelingen na 1990

Na 1990 zijn de meetinspanning aanzienlijk toegenomen (zie figuur 1). Gegevens zijn onder ander gepubliceerd in Craeymeersch *et al.*(1990), Craeymeersch *et al.*(1992), Brummelhuis *et al.*(1997), Ysebaert et al. (2000) en Sisterman *et al.*(2003).

In 1990 zijn er 40 taxa aangetroffen in de metingen van het NIOO. In de rapportages van 1997 zijn 58 taxa vermeld en in 2002 46 taxa.

In 1993-1994 is op 5 plots langs de gradiënt onderzoek gedaan (Ysebaert et al., 2000). Er zijn 34 taxa aangetroffen. Hiervan bestond 47% uit deposit feeders, 21% uit filter feeders, 15% uit predatoren en 18% uit omnivoren, vergelijkbaar met de periode tot 1990. Er was verder een afname aan soorten waar te nemen van zout naar zoet. De meeste voorkomende soorten in de Westerschelde als geheel waren *Heteromastus filiformis*, *Pygospio elegans*, *Macoma balthica*, *Nereis diversicolor* en *Corophium volutator*. Behalve dat *Bathyporeia* spec. en *Cerastoderma edule* kennelijk minder voorkomen in 1994 is dit vergelijkbaar met de situatie van voor 1990.

3.3. Dichtheid

1965-1990 (Ysebaert & Meire 1991)

De gemiddelde totale dichtheid bedraagt in de periode 1965-1990 2469 ± 297 individuen/m^2 (min.-max.: 0- 92430 ind./m^2).

Hiervan neemt *Heteromastus filiformis* 19% voor zijn rekening, *Pygospio elegans* 16% en *Corophium* spec. 23%. In totaal wordt 58% van de totale gemiddelde dichtheid bepaald door deze drie soorten die alle drie tot de deposit feeders behoren. De belangrijkste mollusk onder de deposit feeders is *Macoma balthica* die bepalend is voor 5% van de totale gemiddelde dichtheid. De filter feedende mollusk met de hoogste dichtheid is *Cerastoderma edule* met 3% en voor de omnivoren/predatoren is dat *Nereis diversicolor* met eveneens 3%.

Ontwikkelingen na 1990

In tabel 1 is de relatieve bijdrage aan de dichtheid weergegeven van de belangrijkste 4 soorten uit het onderzoek van Ysebaert & Meire (1991) en recentere bemonsteringen uit 1990, 1991, 1997 en 2002 (Craeymeersch *et al.*,1990; Craeymeersch *et al.*,1992; Brummelhuis *et al.*, 1997; Sisterman *et al.*, 2003). De waarden zijn tot stand gekomen door de dichtheden voor het hele Westerschelde gebied te nemen. Dit omdat de resultaten van Ysebaert & Meire (1991) ook gebaseerd zijn op alle monsters uit het hele gebied.

Tabel 1 Een overzicht van de relatieve bijdrage aan de dichtheid van de belangrijkste soorten (ff=filter feeders; df= deposit feeders; o= omnivoren; p= predatoren).

Relatieve dichtheid (%) top 4	gilde	1965-1990	1990	1991	1997	2002
Balanus spec.	ff			38		
Bathyporeia pilosa	df			4	19	13
Corophium spec.	df	23				
Corophium volator	df				24	42
Ensis spec.	ff		28			
Heteromastus filiformis	df	19		11	21	10
Hydrobia ulvae	df				12	
Nereis diversicolor	o					8
Petricola pholadiformis	ff		12			
Pygospio elegans	df	16		12		
Spio martinensis	df		9			
Spisula subtruncata	ff		17			

Een consistent beeld qua soortensamenstelling komt niet naar voren uit deze tabel. Dit hangt mogelijk samen met verschillen in aantallen bemonsteringlocaties en de ligging van de bemonsteringlocaties in elk meetprogramma.

Aan de hand van tabel 2, waarin dezelfde gegevens per voedselgilde zijn uitgewerkt, valt wel op dat in de periode 1965-1990 deposit feeders de overhand hadden. Begin jaren 90 domineerden filter feeders. Vanaf 1993 lijkt er een verschuiving op te treden naar grotere dichtheden deposit feeders.

Tabel 2 Een overzicht van de relatieve bijdrage aan de dichtheid per voedselgilde (ff=filter feeders; df= deposit feeders; o= omnivoren; p= predatoren) van de vier belangrijkste soorten (voor 1993-1994 zijn alle soorten meegenomen).

gilde	1965-1990	1990	1991	1993-1994	1997	2002
df	58	9	26	84	76	65
ff	0	56	38	5	0	0
o	0	0	0	9	0	8
p	0	0	0	1	0	0
Som	58	65	65	100	76	73

3.3. Biomassa

1965-1990 (Ysebaert & Meire 1991)

De totale biomassa van de macrozoobenthos van de Westerschelde en de beneden Zeeschelde bedraagt gemiddeld 12,92 ± 2.89 g AFDW/m^2 (min-max: 0- 349,27 g AFDW/m^2).

De hoofdmoot (77%) van de biomassa wordt bepaald door molluscen, een aanzienlijk kleiner deel wordt bepaald door de Annelida (19%) en een nog kleiner deel door de Arthropoda (4%). Als de biomassa verdeeld wordt naar voedselgildes dan bepalen filter feeders 69% van de totale gemiddelde biomassa, deposit feeders 26% en de omnivoren/predatoren slechts 5%.

De belangrijkste 5 soorten die het grootste deel van de totale gemiddelde biomassa bepalen zijn: de filter feeder en mollusk

Cerastoderma edule (70%), de deposit feeder en annelide *Heteromastus filiformis* (11%), de mollusk en deposit feeder *Macoma balthica* (6%), de annelide en omnivoor/predator *Nereis diversicolor* (3%) en de arthropode en deposit feeder *Corophium* spec. (2%).

Bemonsteringen na 1990

In tabel 3 is de biomassa weergegeven van de 4 belangrijkste soorten uit het onderzoek van Ysebaert & Meire (1991) en recentere bemonsteringen uit 1990, 1991, 1997 en 2002 (Craeymeersch *et al.*,1990; Craeymeersch *et al.*,1992; Brummelhuis *et al.*, 1997; Sisterman *et al.*, 2003). Ook deze waarden zijn tot stand gekomen door de biomassa voor het hele Westerschelde gebied te nemen, om de resultaten te kunnen vergelijken met die van van Ysebaert & Meire (1991) die ook gebaseerd zijn op alle monsters uit het hele gebied.

Tabel 3 Relatieve bijdrage van de belangrijkste soorten aan de biomassa (ff=filter feeders; df= deposit feeders; o= omnivoren; p= predatoren).

Relatieve biomassa (%) top 4	gilde	1965-2002	1990	1991	1997	2002
Arenicla marina	df				12	
Cerastoderma edule	ff	70				
Corophium volator	df					23
Ensis spec.	ff		29	24		
Heteromastus filiformis	df	11	18	18	37	21
Macoma balthica	df/ff	6	1	1,5	14	17
Mytilis edulis	ff			10		
Nephtis hombergii	p			6		
Nereis diversicolor	o	3				21
Pegricola pholadiformis	ff				17	
Petricola pholadiformis	ff		13			
Spisula martinensis	ff		7			

voor Macoma is de biomassa berekend voor 1990 en 1991 voor het totale beeld

Op basis van de voedselgildes van de belangrijkste 4 soorten lijkt vanaf de periode 1965-2002 een verschuiving op te treden van filter feeders naar deposit feeders (zie tabel 4). Bestaat in de periode 1965-1990 nog 70% van de biomassa uit filter feeders; in 2002 horen ze niet meer bij de top 4 soorten. De deposit feeders gaan van 11% van de biomassa in 1965-1990 naar 44% in 2002. Omnivoren lijken ook belangrijker te zijn geworden.

Tabel 4 Een overzicht van de relatieve bijdrage aan de biomassa per voedselgilde (ff=filter feeders; df= deposit feeders; o= omnivoren; p= predatoren) van de vier belangrijkste soorten (voor 1993-1994 zijn alle soorten meegenomen).

gilde	1965-1990	1990	1991	1993-1994	1997	2002
df	11	18	18	55	49	44
df/ff	6	1	2		14	17
ff	70	48	34	26	17	0
o	3	0	0	19	0	21
p	0	0	6	1	0	0
Som	90	67	60	100	81	82

3.4. Levensgemeenschappen

1965-1990 (Ysebaert & Meire 1991)

In de Westerschelde en de beneden Zeeschelde kunnen verschillende levensgemeenschappen getypeerd worden die zich onderscheiden door een grote variatie in soortensamenstelling, dichtheid en biomassa. De verschillen komen in zekere mate overeen met variaties in de abiotische omgevingsfactoren. Echter slechts een klein deel van de variatie binnen de macrozoobenthos levensgemeenschappen wordt verklaard door de onderzochte omgevingsfactoren.

Er zijn 4 belangrijke levensgemeenschappen onderscheiden:

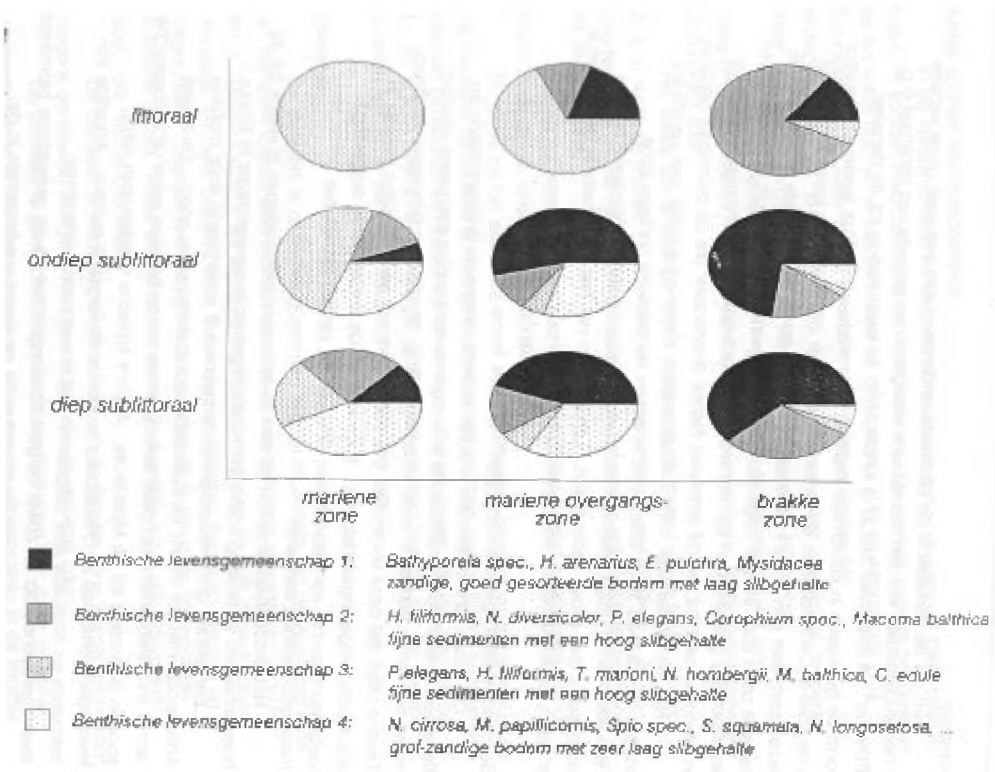
1- Een gemeenschap gekenmerkt door de mobiele Arthropoda *Bathyporeia* spec. als meest karakteristieke soort. De armste monsterpunten van deze gemeenschap bestaan enkel uit epibentische soorten behorend tot de Mysidacea. Andere typische soorten voor deze levensgemeenschap zijn *Haustorius arenarius* en *Eurydice pulchra*. Annelida zijn zeldzaam en Mollusca zeer zeldzaam. Het is een zeer soortenarme levensgemeenschap en zowel de gemiddelde dichtheid als de gemiddelde biomassa zijn zeer laag. Deze levensgemeenschap is de meest voorkomende in de sublittorale zone, terwijl hij in de littorale zone slechts in beperkte mate voorkomt. Hij komt verspreid over het gehele studiegebied voor, met een optimum in de brakke zone ter hoogte van het Valkenisse-gebied.

Deze levensgemeenschap is geassocieerd met een zandige, goed gesorteerde bodem met een laag slibgehalte.

2- De tweede levensgemeenschap wordt gekenmerkt door een dominantie van sessiele Annelida en Arthropoda. De belangrijkste soorten zijn de Annelida *Heteromastus filiformis*, *Nereis diversicolor*, *Pygospio elegans* en *Capitella capitata en* de Arthropoda *Corophium* spec.. De enige belangrijke Mollusk is *Macoma balthica*. Het is een relatief soortenrijke levensgemeenschap met een zeer hoge gemiddelde dichtheid en relatief hoge biomassa. Deze levensgemeenschap komt met name voor in de brakke zone en is het meest voorkomend in de littorale zone, hoewel hij ook in de sublittorale zone aangetroffen wordt. Deze levensgemeenschap is geassocieerd met een fijn, slibrijk en slecht gesorteerd sediment.

3- De derde levensgemeenschap wordt gekenmerkt door een dominantie van sessiele Annelida en Mollusca. De belangrijkste soorten zijn de Annelida *Pygospio elegans*, *Heteromastus filiformis*, *Tharyx marioni*, *Nephtys hombergii*, *Eteone longa*, en de Molluscen *Macoma balthica* en *Cerastoderma edule*. Het is een zeer soortenrijke levensgemeenschap met een zeer hoge gemiddelde dichtheid en biomassa. Deze levensgemeenschap wordt met name gevonden in de mariene en mariene overgangszone en is het meest voorkomend in de littorale zone. In de sublittorale zone komt hij voor op ondiepe plaatsen grenzend aan platen (Hooge Platen) en slikken. Deze levensgemeenschap is geassocieerd met fijne sedimenten met een relatief hoog slibgehalte.

4- De vierde levensgemeenschap wordt gekenmerkt door een dominantie van over het algemeen mobiele Annelida. De belangrijkste soorten zijn *Nephtys cirrosa*, *Magelona papillicornis*, *Spio* spec., *Scolelepis squamata* en *Nephtys longosetosa*. Arthropoda zijn minder algemeen (Mysidacea) in deze gemeenschap en Mollusca komen er nagenoeg niet in voor. Het is een relatief soortenarme levensgemeenschap met een lage gemiddelde dichtheid en biomassa. Deze levensgemeenschap treft men vooral aan in de mariene en mariene overgangszone en is typisch voor de diepe sublittorale zone. Deze levensgemeenschap is geassocieerd met zeer zandige sedimenten met een zeer laag slibgehalte.



Figuur 2 Voorkomen van verschillende levensgemeenschappen langs de verticale en horizontale gradiënt van de Westerschelde en Beneden Zeeschelde.

3.4. Hard substraat en mosselbanken

Japanse oester

In Heinis *et al.* (1995) wordt desondanks een beeld geschetst van het binnendringen van de Japanse Oester op het hard substraat langs de Westerschelde. Daaruit blijkt dat tot 1990 de soort vrijwel ontbrak in de Westerschelde, terwijl in 1993 bedekkingspercentages tot 75% zijn waargenomen bij Kruiningen. Als een van de oorzaken wordt een hoge broedval in de warme zomer van 1989 gezien. Tevens blijkt de Japanse Oester vaak een goed substraat voor andere soorten te vormen waardoor de diversiteit toeneemt.

Mosselbanken

Uit historische bronnen is bekend dat in de 19de eeuw mosselen werden gekweekt in de nu ingepolderde Braakman. De aangevoerde hoeveelheden in Philippine bedroeg in de 19de eeuw ca 16.000 ton. Door inpolderingen en verzanding van de mosselkweekgebieden nam de geschiktheid van de Braakman in de loop van de 20ste eeuw af. In 1950 brak er bovendien een ziekte uit onder de mosselen, die mosselkwekers dwong onbesmette gronden te zoeken. Dit werd de Waddenzee (http://www.mosselstad.nl/hist.htm).

In Bult *et al.*(2000) wordt aangegeven dat in de Westerschelde mosselen nauwelijks voorkomen. Het totale mosselbestand heeft volgens deze auteurs nooit meer dan ca 1300 ton bedragen, slechts 10% van het huidige bestand in de Oosterschelde.

Over het voorkomen van mosselbanken in de Westerschelde in vroeger jaren is door het RIVO enige informatie verzameld (Van Stralen, 1995).

Voor het voorkomen van wilde banken in het litoraal worden zeven locaties aangeduid. De meeste van dele banken dateren uit de periode 1950-1970 en zijn tijdens de visserij op mosselzaad gelokaliseerd. Van west naar oost zijn dele locaties:

1. De westwal van de Sloehaven; gemeld wordt dat het hier gaat omenkele tienduizenden kilogram men versgewicht. Oak aan het eind van de jaren tachtig en in het begin van de negentiger jaren waren hier mosselen aanwezig.

2. De "Hooge Platen": het betreft hier de droogvallende randen van sublitorale mosselbanken in het noord-oostelijk gedeelte van de "Hooge Platen".

3. Langs de zuidrand van de Westerschelde, ten zuiden van de "Hooge Platen": met name op de koppen van de dammen, maar ook daartussen. Het gaat hier om kleinere clusters.

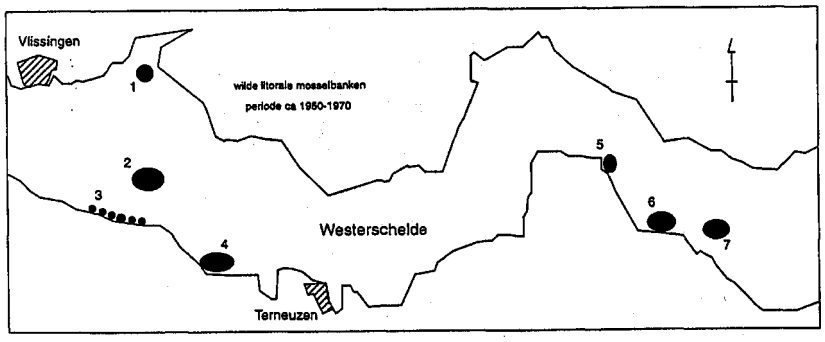
4. Aan de zuidzijde van het "Vaarwater langs de Paulinapolder". In de buurt waren ook mosselpercelen aanwezig.

5. Tussen de oostelijke pier van de veerhaven Perkpolder en het "Oude Hoofd van Walsoorden".

6. Op het "Schor van Baalhoek", in geultjes in het veen. In 1993 en 1994 waren hier mosselen aanwezig. Deze zijn inmiddels verdwenen.

7. Langs de zuidzijde van het vaarwater tussen het "Speelmansgat" en het "Konijnenschor".

In figuur 3 zijn dele locaties in een schematisch kaartje van de Westerschelde ingetekend. De oppervlakten van de wilde litorale mosselbanken zijn niet bekend. De weergave in figuur 3 moet dan ook alleen als locatieaanduiding worden gezien. Met uitzondering van de locaties 1 en 6 zijn op de betreffende banken gedurende de afgelopen 5-10 jaar (1985/1990-1995) geen mosselen meer aangetroffen. De indruk bestaat dat de meeste van bovengenoemde locaties nu ongeschikt zijn voor mosselen om te (over)leven als gevolg van de grote dynamiek van het gebied (verzanding, hoog wegspoelrisico) (Van Stralen, 1995).



Figuur 3 Locaties waar wilde litorale mosselbanken zijn aangetroffen in de Westerschelde (van Stralen, 1995)

4. Discussie en aanbevelingen

Opvallend is dat er een trend lijkt te zijn met een afname aan de dichtheid en biomassa van filter feeders ten opzichte van deposit feeders, terwijl het aantal soorten over de hele Westerschelde genomen vrij constant blijft. Eén van de oorzaken kan een toename van het gehalte aan zwevend stof zijn, waardoor de opname efficiëntie van filter feeders negatief kan worden beïnvloed. Echter blijkt bijvoorbeeld uit Jaarboek Monitoring Rijkswateren uit 1997 dat het gehalte aan zwevende stof in de Westerschelde eerder iets lijkt te zijn afgenomen in de periode 1988 – 1997.

Als een andere reden voor de verschuiving kan de verbeterde waterkwaliteit in de Schelde worden genoemd. Deze zou leiden tot een verarming van het water in de Westerschelde: door de verminderde aanvoer van nutriënten en een verbeterde zuurstofhuishouding wordt er meer stroomopwaarts geconsumeerd en vinden denitrificatie processen ook meer stroomopwaarts plaats (voorlopige resultaten studie Jack Middelburg, NIOO-CEMO; mond. med.). Deze verarming zou voor filter feeders nadelig kunnen zijn in de Westerschelde.

Nadere studie van de beschikbare monitoring data van macrofauna, zwevend stof- stikstof- en chlorofyl gehaltes kan meer licht werpen op de oorzaken van de vastgestelde verschuiving.

Overigens maakt het ontbreken van tijdreeksen op één locatie trendanalyse van verschuivingen in soorten en soortsgroepen moeilijk.

5 Literatuur

Baeyens, W., B. van Eck, C. Lambert, R. Wollast en L. Goeyens (1998). general desrpition of the Scheldt estuary. Hydrobiologica 366: 1-14

Bisseling, C.M., L. J. Draaijer, M. Klein & H. Nijkamp (1994). Ecosysteemvisie Delta. Informatie en Kennis Centrum Natuurbeheer. Ministerie van Landbouw en Natuurbeheer. Rapport IKC-N nr. 7. Wageningen. 191p

Brouwer, J.F.C. de, S. Bjelic, E.m.G.T. de Deckere en L.J. Stal (2000). Interplay between biology and sedimentology in a mudflat (Biezelingse Ham, Westerschelde, The Netherlands. Continental Shelf Research 20: 1159-1177

Brummelhuis, E., J. Craeymeersch, R. Markusse en W. Sisterman (1997) Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse meer en het Grevelingenmeer in het najaar 1996. Rapport in het kader van het Biologisch Monitoring Programma, NIOO-CEMO Yerseke, 43 pp

Bult, T.P., B.J. Ens, R.L.P Lanters, A.C. Smaal en L. Zwarts (2000). Korte Termijn Advies Voedselreservering Oosterschelde. Samenvattende Rapportage in het kader van EVAII. RIKZ/2000.042, -60. Den Haag, Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ.

Craeymeersch, J.A., E.B.M. Brummelhuis, M. Dimmers, R. Markusse en W. Sistermans (1996). Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse meer en het Grevelingenmeer in het najaar 1995. Rapport in het kader van het Biologisch Monitoring Programma, NIOO-CEMO Yerseke.

Craeymeersch, J.A., E.B.M.Brummelhuis, W.Sistermans en E.C.Stikvoort (1990). Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer. Najaar 1990. -44. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.

Craeymeersch, J.A., E.B.M.Brummelhuis, W.Sistermans en E.C.Stikvoort (1992). Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer. Voorjaar 1991. -46. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.

Hamerlynck, O. J. Mees, J.A. Creaymeersch, K. Soeraert, K. Hostens, A. Catrtijsse en P.A, van Damme (1993). The Westerschelde estuary: two food webs and a nutrient rich desert. Progress in Belgian Oceanographic Research: 217-234

Heib, C. B.F. Keegan and J.R. Lewis (1987). Long-term changes in Coastal Benthic Communities. Proceedings of a symposium. Hydrobiologica vol 142

Heinis, F., I. Akkerman, K. Essink, F. Colijn & M.J. Latuhihin (1995). Biologische monitoring zoute rijkswateren 1990 - 1993. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Den Haag. Rapport RIKZ-95.059. Den Haag.

Heip, C. The ecology of estuaries of Rhine, Meuse and Scheldt in the Netherlands. In J.D. Ross, ed., Topics in Marine Biology, Scient. Mar. 53:457-463

Heip, C., R. Herman en J. Craemeersch (1986) Diversity, density and biomass of macrobenthos in the Westerschelde: 1978-1985. University of Gent. Section Marine Biology, 12 pp

Iedema, A. (1989). Voorkomen en verspreiding van het nonnetje *Macoma balthica* en de strandgaper *Mya arenaria* in het oostelijk deel van de Westerschelde in 1989. -44. Groningen, Rijksuniversiteit.

Janssen, C., E. Boel, R. Herman en M. Vincx (1988). Diversity, density and biomass of macrobenthos in the Westerschelde (1986-88. University of Gent, Section Marine Biology, 15 pp.

Mees, J, A. Dewicke en O. Hamerlynck (1993). Seasonal composition and spatial distribution of hyperbenthic communities along the estuarine gradients in the Westerschelde. Neth. J. Aquat. Ecol. 27:359-376

Meire, P.M. J.J. Seeys, T.J. Ysebaert en J. Coossen (1991). A commpsrison of macrobenthis distributionand community structure between two estuaries in the SW Netherlands. In M. Elliot and J.P. Ducrotoy, eds., Estuaries and Coasts: Spatial and Temporal Intercomparisons. Olsen en Olsen, Fredenborg, Denmark. P. 221-230.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1996). Herstel natuur Westerschelde. Projectenbundel. 682/CE96/1036/11953, -53. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Herstel natuur Westerschelde (1996). Alternatieven. 682/CE96/1037/11953, -27. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat.

Moerland, G. (1987) Het Schelde-estuarium: een literatuurstudie naar het ecosysteem met het accent op de biotische componenten. Wetserschelde-studierapport 9(2): 74 pp.

Neve, L. de, T. Ysebaert, P. Meire en E. Kuijken (1998). The macrobenthos of the sublitoral Zeeschelde (1996-1997) Report of 98/17. Institute of Nature Conservation, Brussels, Belgium.

Seys, J. M. Vincx en P. Meire (1999). Macrobenthos of the Zeeschelde, with special reference to the distribution and the role of Oligochaeta. Report Institute of Nature Conservation 99.4

Sisterman, W.C.H., H. Hummel, O.J.A. van Hoesel, M.M. Markusse & J.M. Verschuure (2003). Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer. Najaar 2002. NIOO. pp 47.

Sistermans, W., H.Hummel, O.J.A. van Hoesel, M.M. Markusse en J.M. Verschuure (2003). Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer in het najaar 2002. Rapportage in het kader van het Biologisch Monitoring Programma. -47. Yerseke, NIOO.

Stralen, M.R. van (1995). Mosselbanken Westerschelde. RIVO-DLO: briefnr AQ952170/STR aan Dr. R. Eertman dd 240795

Vermeulen, Y.M. en J.C.R. Govaere (1983) Distribution of benthis macrofauna in the Western Scheldt estuary (The Netherlands). Cah. Biol. Mar. 24:297-308

Wolff, W.J. (1973). The estuary as a habitat. Zool. Verh. (Leiden) 126. 126pp.

Yland, E. (1995). Biologisch monitoringprogramma zoute wateren. Stand van zaken 1995. Werkdocument RIKZ IT-95.

Ysebaert, T. & P. Meire (1991). Het macrozoöbenthos van de Westerschelde en de Beneden Zeeschelde. Rijksuniversiteit Gent, Laboratorium voor Ecologie der Dieren / Instituut voor Natuurbehoud. Rapport W.W.E. 12/ Rapport I.N. A92.085. In opdracht van RWS, Dir. Zeeland en DGW.

Ysebaert, T. en P. Meire (1991). The macrozoobenthos of the Westerschelde and Beneden Zeeschelde. University of Gent. Report W.W.E. 12, 184 pp

Ysebaert, T. en P. Meire (1998). Macrobenthis populations along the estuarine gradient of the Schelde estuary: role of the abiotic (natural and human) environment. Report Institute of Nature Conservation. 98.35, Brussel, Belgium, 223 pp

Ysebaert, T. Macrozoobenthos and waterbirds in the estuarine environment: spatio-temporal patterns at different scales.PhD thesis, University of Antwerp. 175 pp

Ysebaert, T., L. de Neve, en P. Meire (2000). The subtidal macrobenthos in the mesohaline part of the Schelde estuary (Belgium) Influences by man ? J. Mar. Biol. Assoc. UK

Ysebaert, T., P Meire, D Maes en J. Buijs (1993). The benthic macrofauna along estuarine gradient of the Schelde estuary. Neth.J.Aquat. Ecol. 27(2-4)327-341.

Bijlagen