

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

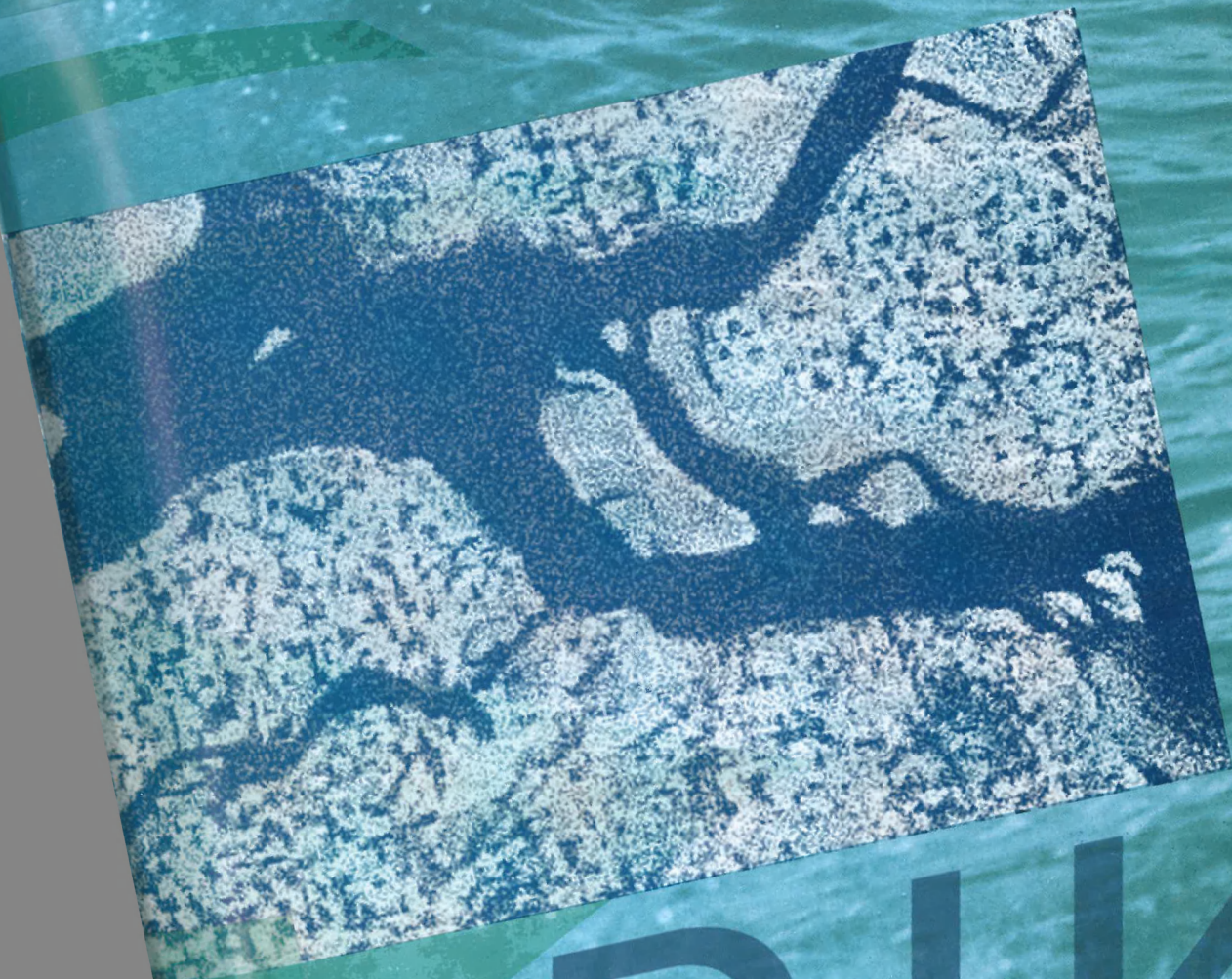


Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ

De Oosterschelde, van estuarium naar zeearm

Bekkenrapportage 1991-1996

Rapport RIKZ-97.034



RIKZ



De Oosterschelde, van estuarium naar zeearm

Bekkenrapportage 1991-1996

A.M. van Berchum & G. Wattel

Rapport RIKZ-97.034

ISBN nr. 90-369-3481-8

ISBN = 946477-

| | | |
|-------|---|----|
| 7.1.4 | Biomassa en primaire productie | 46 |
| 7.2 | Microfytobenthos | 48 |
| 7.3 | Bodemdieren op slikken en platen | 49 |
| 7.3.1 | Inleiding | 49 |
| 7.3.2 | Totale biomassa's en dichtheden | 49 |
| 7.3.3 | Soortensamenstelling | 50 |
| 7.3.4 | Functionele samenstelling | 52 |
| 7.3.5 | Belangrijkste soorten | 52 |
| 7.4 | Vissen | 53 |
| 7.5 | Zeegrassen en wieren op slikken en platen | 54 |
| 7.5.1 | Inleiding | 54 |
| 7.5.2 | Zeegras | 54 |
| 7.5.3 | Groenwieren | 55 |
| 7.5.4 | Bruin- en roodwieren | 55 |
| 7.6 | Hardsubstraat-levensgemeenschappen | 55 |
| 7.6.1 | Litoraal | 55 |
| 7.6.2 | Sublitoraal | 56 |
| 7.7 | Schorvegetaties | 58 |
| 7.8 | Vogels | 59 |
| 7.8.1 | Inleiding | 59 |
| 7.8.2 | Pleisterende watervogels | 61 |
| 7.8.3 | Kustbroedvogels | 64 |
| 7.9 | Zeehonden | 65 |
| 7.9.1 | Betekenis van de Oosterschelde | 65 |
| 7.9.2 | Ruimtegebruik | 67 |

8 Gebruiksfuncties 69

| | | |
|-------|-------------------------------------|----|
| 8.1 | Beroepsvisserij | 69 |
| 8.1.1 | Mosselteelt | 69 |
| 8.1.2 | Kokkelvisserij | 71 |
| 8.1.3 | Oestercultuur | 72 |
| 8.2 | Recreatie | 73 |
| 8.3 | Beroepsvaart | 78 |
| 8.4 | Evaluatie toegankelijkheidsregeling | 80 |

9 Synthese 83

10 Aanbevelingen 87

Literatuur 89

Verklarende woordenlijst 93

Figuren

| | | | |
|-----------------------------|-----|--|----|
| Waterhuishouding | 4.1 | Waterbelasting en -onttrekking op de Oosterschelde (1980-1995) | 17 |
| | 4.2 | Stikstof- en fosfaatbelasting op de Oosterschelde (1991-1995) | 18 |
| | 4.3 | Debieten en nutriëntenvrachten op de Oosterschelde (1991-1995) | 19 |
| Waterkwaliteit | 5.1 | Verloop watertemperatuur (1980-1995) | 21 |
| | 5.2 | Jaargemiddelde verloop chlorideconcentraties | 22 |
| | 5.3 | Zwevend stofconcentraties en doorzicht | 23 |
| | 5.4 | Zuurstofconcentraties | 23 |
| | 5.5 | Maandgemiddelde nutriëntenconcentraties (1991-1995) | 24 |
| | 5.6 | Nitriet- plus nitraatconcentraties | 25 |
| | 5.7 | Ammoniumconcentraties | 25 |
| | 5.8 | Orthofosfaatconcentraties | 26 |
| | 5.9 | Siliciumconcentraties | 27 |
| Hydrodynamica en morfologie | 6.1 | Arealen in 1989 en 1994 per stratum | 35 |
| | 6.2 | Droogvalduren per stratum | 37 |
| | 6.3 | Situering schorren in de Oosterschelde | 40 |

| | | | |
|----------|------|--|----|
| | 6.4 | Gemiddelde erosiesnelheid van de schorkliffen in de Oosterschelde | 41 |
| | 6.5 | Gemiddelde sedimentatie op de schorren | 42 |
| Ecologie | 7.1 | Seizoensvariatie in het fytoplankton | 46 |
| | 7.2 | Jaargemiddelde concentraties chlorofyl-a | 47 |
| | 7.3 | Jaarlijkse kolomproductie op vijf lokaties in 1980-1984 resp. 1989-1996 | 47 |
| | 7.4 | Gemiddelde totale biomassa's en dichtheden van bodemdieren | 49 |
| | 7.5 | Gemiddelde totale biomassa's in het najaar, op basis van functionele groepen | 50 |
| | 7.6 | Aantallen onderscheiden taxa | 51 |
| | 7.7 | Totaal aantal taxa per taxonomische groep, litoraal en sublitoraal | 51 |
| | 7.8 | Ecologische waardering dijkvakken (1985 en 1995) | 56 |
| | 7.9 | Bedekking van karakteristieke soorten in Zijpe en Schelphoek | 58 |
| | 7.10 | Vegetatieprofielen van Rattekaai en St. Annaland | 60 |
| | 7.11 | Pleisterende watervogels | 62 |
| | 7.12 | Aantallen broedvogels in de Oosterschelde en het Deltagebied | 66 |
| Functies | 8.1 | Aantal sluispassages recreatievaart (1995) | 74 |
| | 8.2 | Ontwikkeling sluispassages recreatievaart | 74 |
| | 8.3 | Aantal overnachtingen van pleziervaartuigen | 75 |
| | 8.4 | Aantal duiksportvergunningen Provincie Zeeland | 76 |
| | 8.5 | Concentraties oeverrecreanten | 77 |
| | 8.6 | Aantallen schepen op de Noord-Zuid-route (1980-1995) | 79 |
| | 8.7 | Ontwikkeling van het laadvermogen op de Noord-Zuid-route (1980-1995) | 80 |
| | 8.8 | Aantal sluispassages beroepsvaart (1995) | 80 |
| | | Overzichtskaart achterin rapport | |

Tabellen

| | | | |
|-----------------------------|-----|---|----|
| Beleid en beheer | 3.1 | Sluitingen van de stormvloedkering met verwachte en opgetreden waterstanden | 15 |
| Hydrodynamica en morfologie | 6.1 | Gemiddelde getijgegevens (1987-1990 en 1991-1995) | 32 |
| | 6.2 | Herleide eb- en vloedvolumes (1987-1995) en de verhouding tussen de volumes in de periode 1987-1989 en 1990-1995 | 33 |
| | 6.3 | Areaalveranderingen in het intergetijdegebied (1989-1994) | 37 |
| | 6.4 | Erosie van schorkliffen in de Oosterschelde tussen 1992 en 1995 | 40 |
| | 6.5 | Sedimentatie op de schorren | 42 |
| Ecologie | 7.1 | Jaargemiddelde biomassa van het microfytobenthos | 48 |
| | 7.2 | Jaargemiddelde biomassa en jaarlijkse primaire productie voor de periode vóór en ná gereedkomen van de stormvloedkering | 48 |
| | 7.3 | Top 10 soorten bodemdieren op grond van biomassa en dichtheid | 53 |
| | 7.4 | Oppervlakte zeegrassen | 54 |
| | 7.5 | Maximale aantallen getelde zeehonden in de Oosterschelde op één moment (1990-1996) | 67 |
| Functies | 8.1 | Jaarlijkse aanvoer en opbrengst consumptiemosselen (1990-1995) | 70 |
| | 8.2 | Jaarlijkse aanvoer en opbrengst van kokkels (1990-1995) | 72 |
| | 8.3 | Jaarlijkse aanvoer en opbrengst van oesters (1990-1995) | 73 |
| Synthese | 9.1 | Veranderingen aantallen en aanwezigheid van organismen | 86 |
| | 9.2 | Situatie 1990-1995 en relatieve veranderingen t.o.v. 1987-1990 | 86 |

Samenvatting

Algemeen

In deze bekkenrapportage wordt het functioneren van de Oosterschelde als watersysteem beschreven, met nadruk op de periode 1991 tot en met 1995 en voor zover mogelijk ook 1996. Dit rapport beoogt een informatiebron te zijn voor de directie Zeeland van Rijkswaterstaat en andere belangstellenden, om de ontwikkelingen te toetsen aan de gekozen beheers- en beleidsdoelstellingen.

In de Oosterschelde hebben zich in de jaren '80 ingrijpende veranderingen voorgedaan. In de Monding werd een stormvloedkering gebouwd. Landinwaarts werden compartimenteringsdammen aangelegd. In 1987 zijn deze kunstwerken opgeleverd. De directe gevolgen hiervan op het functioneren van het systeem tijdens de eerste jaren na oplevering zijn vastgelegd in het evaluatierapport Veilig Getij.

In een integraal beleidsplan is aan behoud en versterking van natuurwaarden prioriteit gegeven. Daarnaast zou het gebied ook ten aanzien van visserij, recreatie en scheepvaart goed moeten functioneren. Kenmerkend is de benadering van het functioneren van het watersysteem als een samenhangend geheel.

Geconcludeerd kan worden dat de Oosterschelde nog steeds hoge natuurwaarden heeft, mede dankzij de ingestelde toegankelijkheidsregeling. Maar verlies van intergetijdegebied nu en in de toekomst resulteert waarschijnlijk in lagere aantallen watervogels waarvoor de Oosterschelde (inter)nationaal een prominente rol vervult. Maatschappelijk functioneert het systeem naar behoren, gezien de ontwikkelingen in de recreatie, schelpdiervisserij en beroepsvaart.

Waterhuishouding en waterkwaliteit

Terwijl in het verleden rivierwater het systeem beïnvloedde, wordt de waterhuishouding en -kwaliteit nu hoofdzakelijk bepaald door zeewater uit de Voordelta en zijn de verschillen binnen het gebied over het algemeen gering. Het zoutgehalte is daarom hoog en voldoet aan de randvoorwaarde van 15,5 g Cl/l. Behalve de afname van de zoet- en brakwaterbelasting is na aanleg van de compartimenteringsdammen ook de aanvoer van nutriënten gedaald. Het doorzicht dat aanvankelijk was toegenomen door lagere zwevend stofgehalten als gevolg van lagere stroomsnelheden, is de laatste jaren niet meer veranderd.

De concentraties microverontreinigingen in water en zwevend slib liggen over het algemeen tussen de grens- en streefwaarde. Bodemverontreiniging van klasse 3 of 4 komt in de Oosterschelde slechts zeer lokaal voor. Een aantal havens waar de bodem ernstig verontreinigd was, is in 1990 gesaneerd. Van enkele andere lokaties wordt de noodzaak tot sanering onderzocht. De waterkwaliteit voldoet aan de eisen voor zwemwater en schelpdierwater.

Hydrodynamica en morfologie

De veranderingen in waterstanden en stroomsnelheden in de periode 1991-1995 zijn marginaal. Aan de randvoorwaarden voor het getijverschil (3.10 m bij Yerseke) is in ruime mate voldaan. Door de afname van de getijdebieten na aanleg van de kering zijn de geulen nog steeds te ruim. Dit resulteert in een herverdeling van het sediment, de zogenaamde 'zandhonger'. Het intergetijdegebied verlaagt en neemt in areaal af, ten gunste van het areaal beneden de laagwaterlijn. Netto heeft zich van 1989 tot 1994 een afname van het areaal intergetijdegebied voorgedaan van ongeveer 172 ha. Deze afname is

minder dan was voorspeld, maar zet zich voort. Zware stormen lijken de ontwikkelingen in sterke mate te beïnvloeden. Het verlies van het schorareaal door erosie van de schorkliffen, is wel groter dan werd verwacht.

Ecologie

Ten aanzien van de primaire producenten is een toename geconstateerd in de biomassa van algen (fytoplankton) in de Noordelijke tak (Zijpe). De jaarlijkse variatie is nog steeds groot. De biomassa en koolstofproductie van op de bodem levende kiezelwieren (microfytobenthos) lagen in de jaren na 1989 op een iets hoger niveau dan voorheen.

De gemiddelde en totale biomassa's en dichtheden van bodemdieren op de slikken en platen vertonen temporeel en ruimtelijk aanzienlijke variaties. Het areaal zeegrassen en de bedekking in de aanwezige velden is de afgelopen 20 jaar voortdurend achteruit gegaan, overeenkomstig de ontwikkeling in andere kustwateren. De begroeiing op zeedijken is in het laatste decennium verarmd. In de onderwater-begroeiingen op bestortingen is er door veranderde stroomsnelheden differentiatie ontstaan tussen de Monding en de Noordelijke tak (Zijpe). De vegetatie-ontwikkelingen op de grotere schorren zijn nog steeds vergelijkbaar met eind tachtiger jaren. Op de schorren in de Kom (Rattekaai) wordt de vegetatie steeds homogener. In de Noordelijke tak daarentegen (Sint-Annaland) is de diversiteit toegenomen.

De afname van het totaal aantal pleisterende watervogels na uitvoering van de Deltawerken in de Oosterschelde hangt vooral samen met de afname van het intergetijdegebied, waar de vogels foerageren, en de beschikbare foerageertijd rond de laagwaterlijn. Overigens is de laatste vijf jaren het aantal bodemdiereters ongeveer gelijk gebleven; vis- en plantenetende watervogels zijn licht toegenomen. Door natuurontwikkeling in de binnendijkse randen zijn de mogelijkheden voor kustbroedvogels de laatste jaren enigszins vergroot. De leefomstandigheden voor de Zeehond lijken sinds medio jaren '80 langzaam te verbeteren. Het aantal zeehonden neemt sindsdien toe; ook zijn er enkele jonge zeehonden gesignaleerd.

Recreatie

De totale aantallen recreanten vertonen de laatste jaren een lichte stijging. De grootste groei van de recreatievaart heeft zich echter aan het eind van de jaren tachtig voorgedaan door een relatief forse uitbreiding van het aantal ligplaatsen. De verkeersintensiteit van de recreatievaart tussen de verschillende Delta-wateren neemt toe. Oeverrecreatie is relatief beperkt, met uitzondering van de Oesterdam en directe omgeving, waar windsurfen een belangrijke rol speelt. Sportvisserij vindt verspreid over de Oosterschelde plaats. Het aantal sportvissers is afgenomen. De duiksport daarentegen is sterk in omvang gegroeid. Vier jaar na de instelling van de toegankelijkheidsregeling bleken gebruikers zich goed te houden aan de regels. Onderzoek naar de verstoring van vogels en zeehonden leidde niet tot voorstellen de ingestelde zonering te wijzigen.

Beroepsvisserij

Een verandering in de functieverdeling bij de mosselteelt tussen Waddenzee en Oosterschelde heeft geleid tot een productiestijging van mosselen in de Oosterschelde. De totale aanvoer van kokkels varieert aanzienlijk. Gemiddeld genomen is circa 20% van de totale, landelijke opbrengst uit de Oosterschelde afkomstig. Na een aanzienlijke toename in de aanvoer van oesters (met name de Japanse oester) in de jaren '80, heeft de groei zich vanaf 1990 in een gematigd tempo voortgezet.

Beroepsvaart

De verkeersintensiteit op de zgn. Noord-Zuidroute is in de laatste acht jaren stabiel gebleven. Wel is het gemiddelde laadvermogen toegenomen. Het gemiddelde aantal ongevallen op de Oosterschelde is gestaag afgenomen, mede dankzij het verkeersinformatie- en begeleidingsstelsel.

1. Inleiding

Om de ontwikkelingen in de Zeeuwse wateren te toetsen aan de gekozen beheers- en beleidsdoelstellingen, wenst de directie Zeeland van Rijkswaterstaat periodiek rapportages, die als informatiebron fungeren. Na vervaardiging van de bekkenrapportages Veerse Meer (Wattel, 1994) en Grevelingenmeer (Wattel, 1996) is in 1996 aan het RIKZ opdracht gegeven tot het opstellen van een bekkenrapportage Oosterschelde. Deze rapportage heeft met name betrekking op de periode 1991 tot en met 1995. Incidenteel zullen gegevens van vóór of ná deze periode worden gepresenteerd, terwijl tevens een enkele maal een vergelijking wordt gemaakt met de situatie vóór de Deltawerken in de Oosterschelde.

De vraag waar de bekkenrapportage Oosterschelde een antwoord op dient te geven luidt:

Hoe heeft de Oosterschelde zich in de afgelopen vijf jaar ontwikkeld op morfologisch, hydraulisch, chemisch en biologisch gebied en ten aanzien van het maatschappelijk gebruik?

En hoe is, als gevolg van deze ontwikkelingen, de huidige toestand van het bekken?

Onderliggend rapport is een samenvatting van onderzoeksresultaten, die voor een deel zijn gerapporteerd. Deze onderliggende documenten geven meer gedetailleerde informatie (zie de literatuurlijst).

Dit Bekkenrapport is een vervolg op Veilig Getij (Smaal & Boeije, 1991), dat in het kader van de Evaluatie Oosterschelde (EOS-project) is uitgebracht. Veilig Getij was een evaluatie van de ontwikkelingen in het functioneren van de Oosterschelde in de eerste jaren na het gereedkomen van de werken.

Na een beschrijving van het gebied in hoofdstuk 2 en een overzicht van het beleid en beheer (hoofdstuk 3) zal in de daaropvolgende hoofdstukken achtereenvolgens de waterhuishouding (hoofdstuk 4), waterkwaliteit (hoofdstuk 5), hydrodynamica en morfologie (hoofdstuk 6) en ecologie (hoofdstuk 7) worden behandeld.

Vervolgens zal in hoofdstuk 8 worden ingegaan op de verschillende gebruiksfuncties die aan de Oosterschelde zijn toegekend: beroepsvisserij, recreatie en beroepsvaart. In een synthese (hoofdstuk 9) wordt het algehele functioneren van het systeem beschreven, met een terugblik op de situatie en verwachtingen zoals die in Veilig Getij zijn beschreven. Bovendien wordt een verwachting uitgesproken over toekomstige ontwikkelingen.

Tot slot worden er aanbevelingen gedaan, die vooral tot doel hebben de kennislacunes weg te nemen, zodat in de toekomst nog beter inzicht kan worden verkregen in het functioneren van het watersysteem.

2. Gebiedsbeschrijving

2.1 Deltawerken

Na de stormvloedramp in februari 1953 werd het Deltaplan opgesteld, met als doel een veilige Delta. Als onderdeel van de Deltawerken werden het Veerse Gat (1961), het Haringvliet (1970) en de Grevelingen (1971) van de Noordzee afgesloten. Door de aanleg van de Volkerakdam in 1969 werd de aanvoer van Rijnwater naar de Oosterschelde sterk verminderd (zie overzichtskaart). Ook voor de Oosterschelde was een volledige afsluiting van de Noordzee gepland door middel van een dam in de Monding, die in 1978 gereed zou zijn. Echter, door veranderde opvattingen over natuur en milieu werd in 1974 het idee van een volledige afsluiting van de Oosterschelde losgelaten.

Om behalve de veiligheid van het achterland ook de natuurwaarden in de zeearm te waarborgen, werd in 1976 besloten tot de bouw van een pijlerdam als stormvloedkering. In de drie stroomgeulen Hammen, Schaar van Roggenplaat en Roompot werden 65 betonnen pijlers geplaatst, met daartussen 62 beweegbare stalen schuiven. Bij gevaarlijk hoogwater worden de schuiven neergelaten en is de Oosterschelde afgesloten van de Noordzee. Ook bij calamiteiten is de inzet van de kering mogelijk. Op 4 oktober 1986 is de stormvloedkering in de Oosterschelde officieel in gebruik genomen. Ter overbrugging van het uitstel van de beloofde veiligheid in de Delta (overstromingskans 1: 4000 jaar) werden partiële dijkversterkingen uitgevoerd. In 1986 werd bovendien ongeveer tien hectare dijkglouwing versterkt om de geconcentreerde golfaanval bij een gesloten stormvloedkering te weerstaan.

Om een zo groot mogelijk getijverschil te behouden na aanleg van de stormvloedkering, waren compartimenteringsdammen noodzakelijk. Deze werden in het oostelijk deel van de Oosterschelde aangelegd en verkleinden het bekkenvolume (Oesterdam in 1986 en Philipsdam in 1987). Achter deze dammen zijn zoete meren ontstaan: het Volkerak-Zoommeer en het Markiezaatsmeer. Dit laatste meer ontstond door de aanleg van de Markiezaatskade in 1983. Een zoet-zout-scheidingssysteem in de Kramer- en Kreekraksluizen zorgt ervoor, dat enerzijds de zoutwaterbelasting en anderzijds het zoetwaterverlies van het Volkerak-Zoommeer worden beperkt.

Met de aanleg van de compartimenteringsdammen werd een tweede doel gediend, namelijk een aan België toegezegde, getijvrije scheepvaartroute tussen Rotterdam en Antwerpen (Schelde-Rijnverbinding).

2.2 Huidige situatie

De Oosterschelde is door de Deltawerken veranderd van een estuarium in een zeearm, waarbij het totale oppervlak van de Oosterschelde is verkleind van 452 km² tot 351 km² (Smaal & Boeije, 1991). Sinds 1993 heeft de Oosterschelde een open verbinding met het Kanaal door Zuid-Beveland; slechts een sluis bij Hansweert scheidt het kanaal van de Westerschelde. Dit kanaal is als laatste onderdeel van de compartimenteringswerken geschikt gemaakt voor vierbaks duwvaart (zie overzichtskaart).

Op grond van waterloopkundige en morfologische eigenschappen worden in de Oosterschelde vier deelgebieden onderscheiden: Monding, Middengebied, Kom en Noordelijke tak (Smaal en Boeije, 1991).

De waterhuishoudkundige toestand in en rond de Oosterschelde is door de Deltawerken gewijzigd: het gemiddeld getijverschil, de getijvolumina, de stroomsnelheden en de zoetwateraanvoer zijn afgenomen (zie de volgende hoofdstukken). Terwijl in het verleden de waterhuishouding werd beïnvloed door de zoetwaterafvoer, staat het gebied tegenwoordig als zeearm vooral onder invloed van het mariene kustwater.

3. Beleid en beheer

3.1 Inleiding

In 1976 besloot de regering tot de bouw van de Stormvloedkering in de Monding van de Oosterschelde, met als voornaamste randvoorwaarden voor het nieuwe watersysteem (Nienhuis & Smaal, 1994):

- een gemiddeld getijverschil bij Yerseke van tenminste 3,10 m;
- een zoutgehalte van tenminste 15,5 g Cl/l in de Kom.

Van belang was, dat na afronding van de Oosterscheldewerken de unieke natuurwaarden en de visserij behouden zouden blijven of zelfs zouden worden versterkt. Het te voeren beleid zou zowel een groot maatschappelijk draagvlak als een onderschrijving door alle betrokken overheidsinstanties vergen. In de volgende paragrafen wordt duidelijk gemaakt, dat zowel internationale, nationale als regionale afspraken richtinggevend zijn. Kenmerkend voor het beleid en het beheer is de integrale benadering van het functioneren van het watersysteem Oosterschelde dat in de loop der jaren gestalte heeft gekregen.

3.2 Beleid

3.2.1 Integraal beleidsplan

In 1977 stelden Gedeputeerde Staten van Zeeland de Stuurgroep Oosterschelde in ten behoeve van overleg en advies betreffende inrichting en beheer van het gebied. De Stuurgroep bestaat uit vertegenwoordigers van het Rijk, de Provincie Zeeland, de gemeenten grenzend aan de Oosterschelde en de betrokken waterschappen. (Deze waterschappen zijn per 1 januari 1996 gefuseerd tot waterschap Zeeuwse Eilanden.) Aan het Algemeen Bestuur van de Stuurgroep zijn adviseurs toegevoegd uit de maatschappelijke organisaties (Zevibel, Delta Overleg en Breed Overleg Deltawateren).

De Stuurgroep heeft in 1982 na overleg en met inachtneming van inspraakreacties het Beleidsplan Oosterschelde vastgesteld (*Stuurgroep Oosterschelde, 1982*). Het plan had geen juridisch bindend karakter, maar bevatte een intentieverklaring van alle vertegenwoordigde partijen inzake coördinatie van het beleid. Het plan diende als basis voor het door de landelijke, provinciale en lokale overheid te voeren beleid. De hoofddoelstelling voor inrichting en beheer was als volgt geformuleerd:

" Het behoud en zo mogelijk versterking van aanwezige natuurlijke waarden, met inachtneming van de basisvoorwaarden voor een goed maatschappelijk functioneren van het gebied, waaronder met name de visserij wordt begrepen. "

Daarbij is aangegeven, dat het hanteren van de hoofddoelstelling geen afbreuk mag doen aan de primaire doelstelling van de Deltawerken, te weten de veiligheid voor de bevolking tegen overstromingen. Uit de hoofddoelstelling blijkt een hiërarchie van functies die bepalend is voor het inrichtings- en beheersbeleid, te weten:

1. natuur;
2. visserij;
3. overige functies (recreatie, scheepvaart, enz.).

In 1992 is het beleid geëvalueerd, mede gebaseerd op de resultaten van het project Evaluatie Oosterschelde (EOS), dat is uitgevoerd door Rijkswaterstaat (Smaal & Boeije, 1991). Hoofdconclusie uit de evaluatie was, dat de hoofddoel-

stelling ongewijzigd dient te worden gehandhaafd (*Stuurgroep Oosterschelde, 1992*).

Na deze evaluatie is een nieuw beleidsplan opgesteld, betrekking hebbende op de periode tot het jaar 2000 (*Beleidsplan Oosterschelde 1995 (Stuurgroep Oosterschelde, 1995)*). Evenals het eerste beleidsplan beperkt deze zich tot de hoofdlijnen ten aanzien van inrichting en beheer. De belangrijkste verandering is de toegenomen aandacht voor de hoofdfunctie natuur, waarbij de samenhang tussen belangrijke gebieden, zowel binnen- als buitendijs, kan worden versterkt. Hierbij wordt gedacht aan natuurontwikkeling en handhaving van de toegankelijkheidsregeling.

Naast de hoofddoelstelling vormen de volgende beleidskernpunten een essentieel onderdeel van het Beleidsplan voor de Oosterschelde:

- handhaving van de waterkwaliteit, zodat een optimaal functioneren van de functies natuur en visserij mogelijk is;
- behoud van de natuurwaarde, die wordt bepaald aan de hand van biotische-, abiotische- en systeemindicatoren;
- behoud van het schorareaal, anders dan door natuurlijke processen;
- geen wezenlijke voortgaande afname van het areaal intergetijdgebied, anders dan door natuurlijke processen;
- de Oosterschelde moet geschikt blijven voor de visserij;
- gereguleerd gebruik door de beroepsvaart;
- recreatievoorzieningen dienen naar aard, omvang en ligging aan te sluiten bij het karakter van de Oosterschelde.

Voor de overige beleidskernpunten wordt verwezen naar het Beleidsplan Oosterschelde 1995.

3.2.2 Status van het gebied

De eerder genoemde toegankelijkheidsregeling is in 1990 ingesteld in het kader van de aanwijzing van belangrijke delen van de Oosterschelde als natuurmonument op grond van de Natuurbeschermingswet (NB-wet). Inmiddels vindt een evaluatie van de toegankelijkheidsregeling plaats, die wordt geregistreerd door het Ministerie van LNV. Volgend op de status van natuurmonument (en Wetland) is de Oosterschelde, conform een bepaling in de Wet Milieubeheer, aangewezen als integraal milieubeschermingsgebied. Daarnaast is het gebied aangewezen als stiltegebied op grond van de Wet Geluidshinder (art. 123). Het vaarweggedeelte in het Middengebied (tussen de Krammersluizen en Wemeldinge) en het Kanaal door Zuid-Beveland hebben de status van hoofdtransportas (tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer). Tot slot is het Oosterscheldegebied genomineerd voor de status van Nationaal Park, met als doel de uitstraling te vergroten en natuurgerichte recreatie te versterken. Bij de totstandkoming hiervan zal de hiërarchie van functies blijven bestaan (*Stuurgroep Oosterschelde, 1995*).

Behalve de erkenning op nationaal niveau zijn er ook internationaal afspraken gemaakt. Het Oosterscheldegebied is aangemeld als wetland in de zin van de Conventie van Ramsar. Verder is het gebied aangewezen als speciale beschermingszone ingevolge de EG-Vogelrichtlijn.

3.2.3 Waterbeleid

Het landelijk waterbeleid voor de periode 1990-1994, met een doorkijk naar de lange termijn, is vastgelegd in de derde Nota waterhuishouding (V&W, 1989), met als hoofdlijnen gezonde watersystemen en duurzaam gebruik. Hierin zijn voor de middellange termijn (1995) tussendoelen en voor de lange termijn einddoelen geformuleerd. In de Nota zijn de belangrijkste functies van de Nederlandse watersystemen en bijbehorende waterkwaliteitsdoelstellingen aangegeven. Daarnaast zijn in de derde Nota waterhuishouding ook ecologische doelstellingen opgenomen, waarbij de Oosterschelde, evenals de Waddenzee en de Voordelta, een ecologische doelstelling van het hoogste niveau heeft. In relatie hiermee stelt de derde Nota waterhuishouding dat de recreatie in de Oosterschelde zich dient te stabiliseren.

In de Evaluatienota Water (V&W, 1994) is het in de derde Nota waterhuishouding genoemde waterbeleid geëvalueerd. In deze nota zijn specifiek voor de Oosterschelde geen voorstellen tot wijziging van het gevoerde beleid opgenomen.

3.3 Beheer

3.3.1 Algemeen

Het beheer van het Oosterscheldegebied is taakgericht verdeeld over de volgende instanties:

- Ministerie van LNV, directie Visserijen: visserij functies;
- Rijkswaterstaat, directie Zeeland: vaarwegbeheer, waterhuishouding, waterkering Deltadammen;
- Provincie Zeeland: natuurbelang, uitvoering en handhaving NB-wet;
- Waterschap Zeeuwse Eilanden: waterkeringen, gemalen;
- Natuurbeschermingsorganisaties (buitendijks): schorren en slikken.

Naast genoemde organisaties beschikken ook particulieren over natuur- en visgronden.

Het beheer van de schorren en slikken is verdeeld over drie organisaties, te weten: Staatsbosbeheer, Stichting Het Zeeuwse Landschap en Vereniging Natuurmonumenten. Naast bovengenoemde buitendijkse gebieden vallen ook de binnendijkse, reeds verworven NB-gebieden onder het beheer van deze organisaties.

Voorheen was de handhaving en uitvoering van de Natuurbeschermingswet een taak van het Ministerie van LNV, per 1 januari 1996 is deze taak echter overgeheveld naar de Provincie Zeeland.

3.3.2 Waterbeheer

Het Beheersplan voor de Rijkswateren 1992-1996 (V&W, 1992) concretiseert het beleid volgens de derde Nota waterhuishouding. Op operationeel niveau wordt daarin beschreven welke maatregelen zullen worden genomen om tenminste de tussendoelen voor 1995 en zo mogelijk de einddoelen te verwezenlijken.

In het Beheersplan voor de Rijkswateren staat de relevante informatie over de grote rijkswateren in Zeeland verspreid weergegeven. Daarom is het Beheersplan door de directie Zeeland nader uitgewerkt in de Regionota Zeeuwse Rijkswateren 1993-1996 (*Santbergen, 1993*). De Regionota gaat uit van een integrale watersysteembenadering, waarbij het watersysteem beschouwd wordt als een samenhangend geheel, dat is opgebouwd uit de compartimenten water, bodem en oever. Volgens de Regionota kan de toestand worden beschreven door middel van fysische, chemische en biologische kenmerken.

In de Regionota is aangegeven op welke wijze de doelstellingen uit het Beleidsplan voor de Oosterschelde (1982) worden nagestreefd, rekening houdend met de conclusies van de eerdergenoemde evaluatie van dit beleidsplan in 1992. Bovendien is de inhoud van het (ontwerp) Waterhuishoudingsplan 1993-1997 van de Provincie Zeeland betrokken bij de Regionota.

Het streefbeeld dat door de directie Zeeland van Rijkswaterstaat is opgesteld luidt als volgt:

"De Oosterschelde is een zoutwater getijdegebied met als hoofdfunctie natuur, waarbij de mate van natuurlijke dynamiek afhankelijk is van de grenzen die het beheer van de stormvloedkering (veiligheid) stelt. Het zoutgehalte in het bekken bedraagt minimaal 15,5 g Cl/l (dit is de ondergrens voor een groot deel van de mariene organismen). De waterkwaliteit wordt gekenmerkt door grote helderheid, voldoende voedingsstoffen en een relatief hoge temperatuur in de zomer. Op enkele plaatsen langs de oevers zijn binnendijks gelegen gebieden in verbinding gebracht met het getij. De schelpdiervisserij (mosselen,

kokkels en oesters) en andere vormen van visserij zijn duurzaam en derhalve economisch gezien van groot belang. Recreatief medegebruik (zeilen, duiken en sportvissen) en natuurrecreatie vinden op kleine schaal langs de gehele Oosterschelde plaats. Door de intensieve begeleiding zijn de risico's van de scheepvaart (vervoer van gevaarlijke stoffen) voor het bekken minimaal." (Santbergen, 1993)

In de planperiode van de Regionota ligt de nadruk op de bescherming van het areaal intertijdegebieden en schorren. De einddoelstelling is:

"Een duurzaam waterbeheer, waarbij de ontwikkeling van platen, slikken en schorren op een dynamische, natuurlijke wijze verloopt, dat wil zeggen: waarbij zowel aanwas als erosie optreedt".

Het tussendoel voor 1995 is:

"Onder het huidige gevoerde watersysteembeheer een zo klein mogelijk verlies van het areaal aan platen, slikken en schorren."

Deze doelen zijn nader beschreven en geactualiseerd in het Beheersplan Nat (BPN) van de directie Zeeland.

3.3.3 Beheer Stormvloedkering

Het gebruik van de stormvloedkering is tweeledig. Zowel bij stormvloed en als ter bestrijding van calamiteiten wordt de kering gesloten; hiervoor is een operationeel draaiboek beschikbaar. De algehele verantwoordelijkheid hierbij berust bij de hoofdingenieur-directeur van de directie Zeeland van Rijkswaterstaat; het hoofd van de Dienstkring Deltakust draagt zorg voor de uitvoering van deze taak.

Omdat de stormvloedkering een compromis is tussen het veiligheidsbelang enerzijds en het natuurbelang anderzijds wordt een zo hoog mogelijk verantwoord sluitpeil gekozen. Vanaf het stormseizoen 1987/1988 zijn de volgende peilen gehanteerd:

- waarschuwingspeil: NAP +2,75 m;
- maatgevende peilverwachting zeezijde: NAP +3,00 m;
- noodsluitpeil: NAP +3,00 m;
- streefpeil: 1-2-1 wisselstrategie.

Het moment van sluiting is afhankelijk van de gewenste waterstand (streefpeil) op de Oosterschelde bij een gesloten kering (NAP +1 m). Om te voorkomen dat bij het optreden van meerdere hoogwaters achter elkaar gedurende lange tijd het waterpeil op één niveau staat, wordt er een wisselstrategie toegepast. De 1-2-1-wisselstrategie houdt in, dat bij de eerste hoogwatertop een streefpeil geldt van NAP +1,00 m en voor de tweede en derde hoogwatertop respectievelijk NAP +2,00 m en NAP +1,00 m. Voor eventuele volgende toppen wordt de reeks van afwisselend NAP +2,00 en +1,00 meter voortgezet. De kering wordt automatisch gesloten wanneer het peil aan de buitenzijde van de kering het noodsluitpeil overschrijdt. Bovendien gaat de kering dicht als de voorspelde waterstand aan de buitenzijde van de kering hoger is dan de maatgevende peilverwachting. Deze situatie deed zich sinds 1987 twintig keer voor.

Het gebruik van de kering in niet-stormomstandigheden blijft beperkt tot de inzet bij milieucalamiteiten, indien aan de Oosterschelde een dijkval wordt geconstateerd en bij het beperken van schade als gevolg van drijfijis. Met de inzet van de kering onder niet-stormomstandigheden zal uiterste terughoudendheid worden betracht (*Stuurgroep Oosterschelde, 1995*). Tot nu toe zijn geen sluitingen uitgevoerd om deze redenen (tabel 3.1).

In 1991 heeft een evaluatie van het beheer en gebruik van de stormvloedkering plaatsgevonden (*Vereeke & Vroon, 1991*), waarbij de bestaande beheersstrategie het best bleek te voldoen. Uit berekeningen bleek, dat een verhoging van de maatgevende peilverwachting en het noodsluitpeil tot NAP +3,25 m niet aan het veiligheids criterium zou voldoen.

.....
Tabel 3.1
 Sluitingen van de
 stormvloedkering met verwachte
 en opgetreden waterstanden [m
 t.o.v. NAP]
 (bron: *Dienstkring Deltakust*)

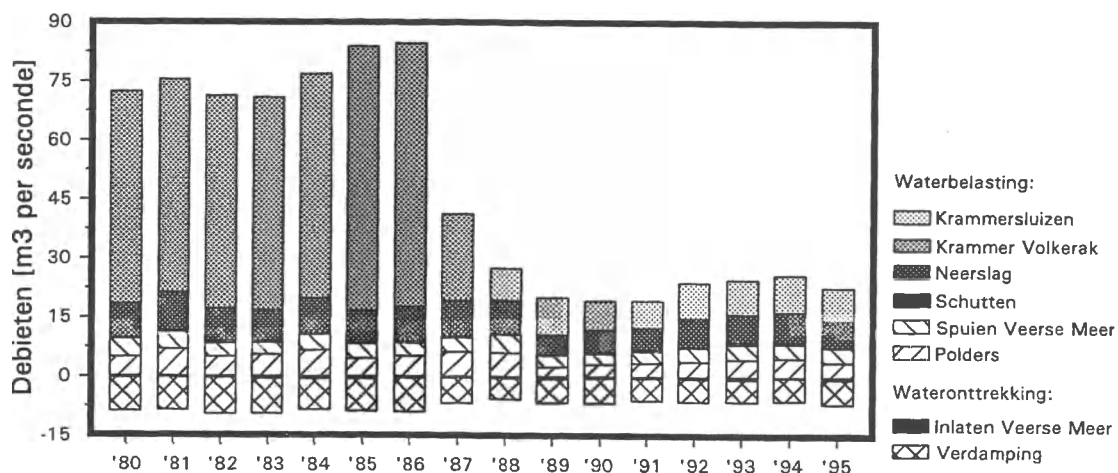
| Datum | verwachte waterstand | opgetreden waterstand buiten | opgetreden waterstand binnen | sluitingsduur in uren |
|------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 11-11-1992 | + 2,64 | + 3,15 | + 2,39 | 2,3 |
| 24-01-1993 | + 2,92 | + 3,25 | + 2,60 | 1,8 |
| 21-02-1993 | + 3,10 | + 3,13 | + 1,35 | 8,6 |
| 14-11-1993 | + 3,07 | + 3,37 | + 1,00 | 7,3 |
| 15-11-1993 | + 3,12 | + 3,37 | + 2,02 | 4,1 |
| 28-01-1994 | + 3,25 | + 3,49 | + 1,31 | 7,6 |
| 02-01-1995 | + 3,13 | + 3,30 | + 0,98 | 6,1 |
| 02-01-1995 | + 2,85 | + 3,11 | + 2,48 | 1,8 |
| 29-10-1996 | + 3,25 | + 3,13 | + 0,94 | 7,3 |

4. Waterhuishouding

4.1 Waterbalans

Na de voltooiing van de Oosterscheldewerken in 1987 zijn de uitgeslagen hoeveelheden polderwater met ± 30% verminderd (figuur 4.1), omdat een aantal lozingspunten achter de compartimenteringsdammen kwam te liggen. Ook zijn als gevolg van het verkleinde wateroppervlak van de Oosterschelde (van 362 km² naar 304 km²) de hoeveelheden van neerslag en verdamping verminderd. De Krammersluizen lozen zoet water op de Noordelijke tak van de Oosterschelde, afkomstig van het Krammer-Volkerak. Het debiet hiervan is continue ongeveer 8 m³/sec.

Figuur 4.1
Waterbelasting en -onttrekking op de Oosterschelde (1980-1995)



4.2 Waterbelastingen

4.2.1 De kwantiteit van de belastingsbronnen

In de periode 1991 t/m 1995 was de gemiddelde jaarlijkse waterbelasting op de Oosterschelde, exclusief de rechtstreekse neerslag, ± 500 miljoen m³ (figuur 4.1). Dit is 1,7 m³ zoet en brakwater per m² per jaar. Over de periode 1991 t/m 1995 bestond de waterbelasting voor gemiddeld 25% uit polderwater, 21% uit spuien Veerse Meer, 2% uit schutwater van de scheepvaartsluizen en 52% zoetwaterbelasting van de Krammersluizen.

Polderwater

Tijdens de beschouwde periode werd het polderwater door 11 poldergemalen op de Oosterschelde uitgeslagen. Dit zijn de gemalen Prommelsluis (± 6500 ha), Zuidhoek (370 ha), Sas (2255 ha), Duiveland (5260 ha), de Luyster (1840 ha), de Noord (1620 ha), Loohoek (1730 ha), de Graaf (475 ha), de Moer (1465 ha), Dekker (4725 ha) en de Valle (2427 ha). In totaal is dit ± 28700 ha polderland dat via deze gemalen op de Oosterschelde zijn overtollig water

uitslaat; daarbij is gerekend dat het gemaal Prommelsluis $\frac{5}{8}$ deel van de polder Schouwen voor zijn rekening neemt.

Veerse Meer

Het spuien van overtollig water uit het Veerse Meer via de Zandkreeksluis is ordegrrootte van dezelfde omvang als alle polderwaterlozingen bij elkaar.

Schutten

Tijdens het schutten van schepen (bij waterstanden lager dan NAP op de Oosterschelde), komt er bij elke schutting een hoeveelheid water vanuit de schutsluizen op de Oosterschelde. Dit gebeurt bij vier scheepvaartsluizen: Krammersluizen, Zandkreeksluis, Grevelingensluis en Bergsediepsluis. De hoeveelheden via de drie laatstgenoemde sluizen zijn vrij constant en bedragen ongeveer 2% van de totale waterbelasting. De Krammersluizen worden in het volgende onderdeel apart beschreven.

Krammersluizen

Ongeveer de helft van de totale waterbelasting op de Oosterschelde (52%) komt voor rekening van de Krammersluizen. Deze waterbelasting is het totaal van het schutten van schepen en het debiet dat wordt gebruikt door het scheidingsstelsel om de zoutindringing op het Volkerak-Zoommeer tegen te gaan. Vooral voor de Noordelijke tak van de Oosterschelde (Keeten, Mastgat en Zijpe) zijn de verschillen ten opzichte van voor de Oosterscheldewerken vrij groot. Het zoetwaterdebiet vanuit het Volkerak lag toen een factor 6 hoger dan na de aanleg van de Philipsdam.

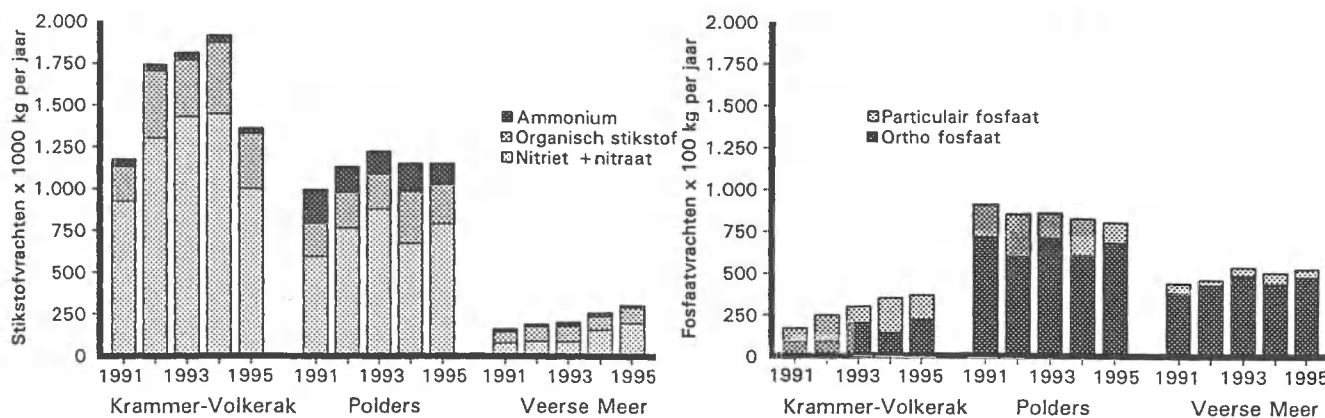
Volkerak-Zoommeer

Tijdens een zeer natte periode in 1995 zijn de Krammersluizen kortstondig gebruikt om overtollig water van het Volkerak-Zoommeer te spuien. Dit is gebeurd op 31 januari en 1 februari; op 31 januari is er gedurende 7 uur gespuid, op 1 februari is er 4 uur gespuid. De hoeveelheden daarvan zijn omgerekend naar etmaalgemiddelden voor deze beide dagen, resp. 50 en 25 m³/sec. Dit heeft geen aantoonbare gevolgen gehad voor de waterkwaliteit.

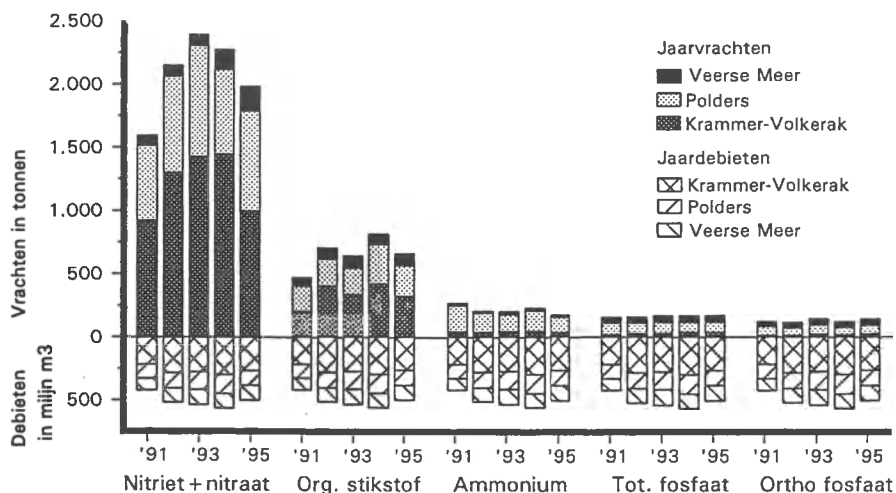
4.2.2 De kwaliteit van de belastingsbronnen

De watermassa's die op de Oosterschelde worden geloosd bevatten allerlei stoffen, waaronder nutriënten. De voornaamste daarvan zijn stikstof en fosfaat. De hoeveelheden stikstof zijn vele malen groter dan die van fosfaat (figuur 4.2; NB: de gepresenteerde vrachten verschillen een factor 10).

Figuur 4.2
Stikstof- en fosfaatbelasting op de Oosterschelde (1991-1995)



Figuur 4.3
 Debieten en nutriëntenvrachten op de Oosterschelde (1991-1995)



De polderwateruitslagen leveren een relatief groot aandeel aan de stikstofvrachten als gevolg van uitspoeling van de landbouwgronden. Zo zijn de debieten van het polderwater en het spuidebiet van het Veerse Meer ongeveer even groot (resp. 25% en 22% van het totale debiet, zie figuur 4.3). De stikstofvrachten via de polderlozingen zijn echter ongeveer een factor 4 groter dan die via het Veerse Meer. De fosfaatvrachten via het polderwater zijn ongeveer een factor 1,5 à 2 groter dan via het Veerse Meer. Ook is te zien, dat de fosfaatbelasting via de Krammersluizen relatief gering is ten opzichte van de andere belastingsbronnen.

5. Waterkwaliteit

5.1 Inleiding

Zoals in hoofdstuk 4 is weergegeven, wordt de waterkwaliteit van de Oosterschelde onder andere bepaald door kustwater, neerslag, polderlozingen, schut- en spuiwater van het Krammer-Volkerak en het Veerse Meer. Daarnaast spelen chemische en biologische processen in het water en de seizoensinvloeden een belangrijke rol.

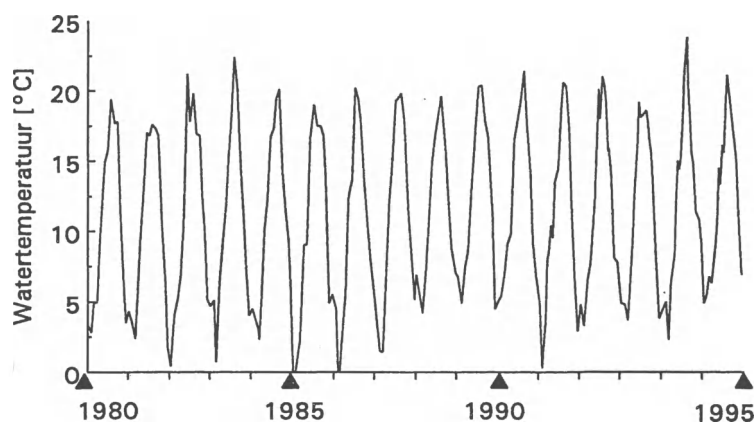
In dit hoofdstuk zal de waterkwaliteit van de Oosterschelde worden beschreven aan de hand van:

- algemene waterkwaliteit, waaronder watertemperatuur, zoutgehalte, lichtklimaat, zuurstof;
- nutriënten, waaronder stikstof, fosfaat, silicium;
- microverontreinigingen in het water, waaronder zware metalen, organische microverontreinigingen (pesticiden, organotinverbindingen);
- microverontreinigingen in de waterbodem, in zwevend slib en in biota (mosselen).

5.2 Algemene waterkwaliteit

Een aantal algemene waterkwaliteitskenmerken bepaalt voor een groot deel het verloop van chemische en biologische processen in het watersysteem. Ze zijn daardoor medebepalend voor de productiviteit en de soortenrijkdom van het ecosysteem. De belangrijkste van deze kenmerken zijn watertemperatuur, zoutgehalte, lichtklimaat en zuurstofgehalte.

Figuur 5.1
Verloop watertemperatuur [°C]
(1980-1995)



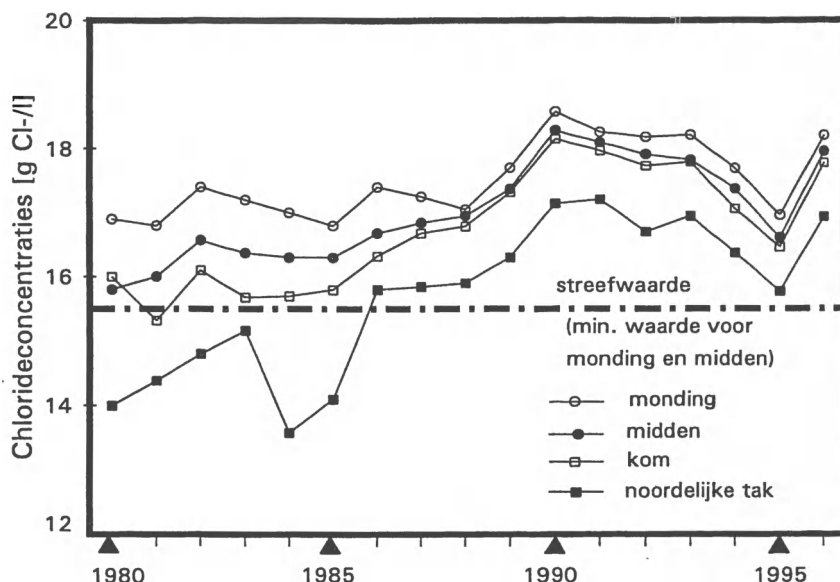
Watertemperatuur

Het seizoensverloop van de watertemperatuur is in de verschillende delen van de Oosterschelde nagenoeg gelijk en hangt, zoals te verwachten, sterk af van de klimatologische omstandigheden. Dit is onder andere te zien aan de lagere watertemperaturen in de strenge winters van 1985 en 1986 en hogere watertemperaturen in de warme zomers van 1994 en 1995. Een mogelijke invloed van de langere verblijftijd van het water op de watertemperatuur kan niet significant worden vastgesteld. In de Kom van de Oosterschelde zijn de minimale temperaturen vaak lager en de maximale temperaturen hoger dan in de Monding, wat vooral bepaald wordt door de (on)diepte (figuur 5.1).

Zoutgehalte

Na de aanleg van de compartimenteringsdammen is de zoetwatertoevoer naar de Oosterschelde met ongeveer 64% verminderd (Smaal & Boeije, 1991). Met name in de Kom en de Noordelijke tak steeg het zoutgehalte hierdoor. Daarnaast is de variatie geringer en voornamelijk afhankelijk van het zoutgehalte in het kustwater.

Figuur 5.2
Jaargemiddelde verloop chlorideconcentraties



Sinds 1986 ligt het (jaargemiddelde) zoutgehalte in het gehele bekken boven de streefwaarde van 15,5 g Cl-/l, wat ook al eerder was vastgesteld door Santbergen (1993). Begin 1994 en 1995 was het zoutgehalte van het kustwater laag als gevolg van hoge rivierafvoeren. Dit resulteerde in relatief lage zoutgehalten in de Oosterschelde in die perioden (figuur 5.2).

Lichtklimaat

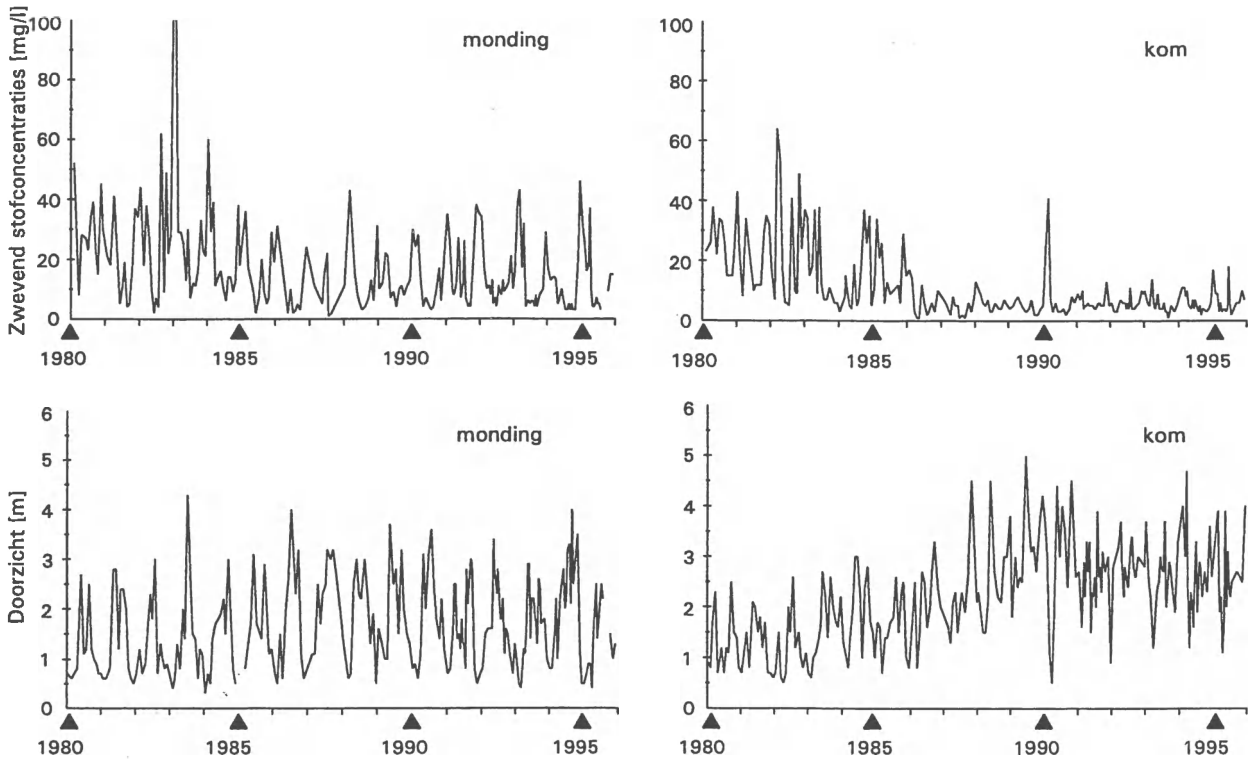
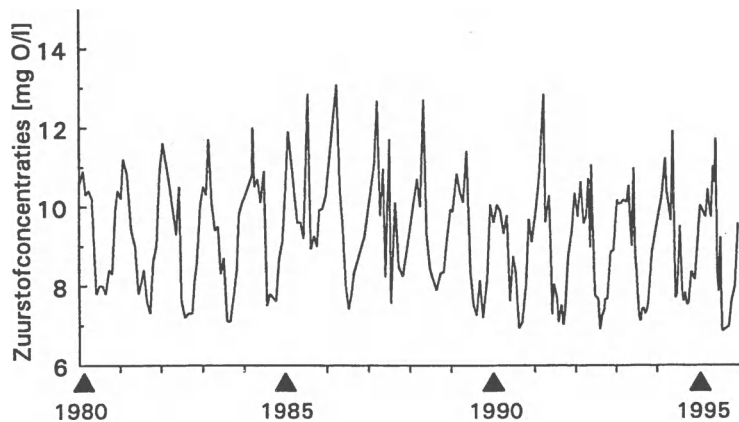
Als gevolg van de lagere stroomsnelheden in de nieuwe situatie na 1986 is het gehalte zwevend materiaal in het water afgenomen, waardoor de helderheid van het water in de Oosterschelde toenam (figuur 5.3). De verbetering van het lichtklimaat onder water was in de Noordelijke tak vergelijkbaar met die in de Kom; in deze gebieden is de seizoensvariatie ('s winters meer zwevend materiaal dan 's zomers) vrijwel geheel verdwenen. In de Monding en het Middengebied is vanaf 1987 de jaarlijkse periode van grotere helderheid langer dan in de jaren daarvoor.

Zuurstof

Het zuurstofgehalte varieert in alle delen van de Oosterschelde (gemeten op één meter onder het wateroppervlak) tussen ongeveer 7 mg O₂/l in de zomermaanden tot 10 à 12 mg O₂/l in de wintermaanden (figuur 5.4). Deze seizoensvariatie en ontwikkeling in de jaren '80-'95 trad in alle delen van de Oosterschelde op.

5.3 Nutriënten

Door een forse reductie van de zoetwaterbelasting na de sluiting van de Philipsdam in 1987 is de aanvoer van nutriënten verminderd, met name in de Noordelijke tak. Daar zijn de concentraties stikstof, fosfaat en silicium het sterkste gedaald. Hoewel in de Noordelijke tak nog steeds de hoogste concentraties worden gemeten, is de gradiënt in nutriëntenconcentraties (één meter onder het wateroppervlak) sterk afgevlakt: de gehalten zijn lager en het verschil tussen Monding, Kom en Noordelijke tak is kleiner.

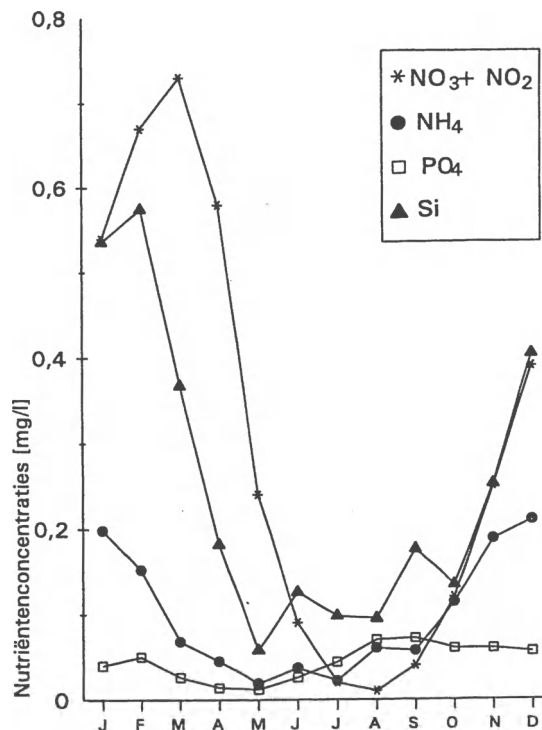
Figuur 5.3Zwevend stofconcentraties [mg/l]
en doorzicht [m]**Figuur 5.4**Zuurstofconcentraties [mg O₂/l]

In de periode tot 1985 nam zowel het fosfaat- als het stikstofgehalte toe. De eerste (opgelost anorganische fosfor- DIP) nam significant toe van 0,059 naar 0,092 mg P/l; het opgelost anorganisch stikstof (DIN; nitriet + nitraat + ammonium) steeg niet significant van 0,56 naar 0,67 mg N/l. Na 1985 zijn de nutriëntenconcentraties ongeveer gehalveerd. DIN nam significant af naar 0,35 mg N/l in 1995; DIP nam significant af tot 0,046 mg P/l¹. Een verdere daling wordt niet verwacht. Het silicaatgehalte steeg licht tussen 1975 en 1985 van 0,52 tot 0,55 mg Si/l. Deze toename is significant. De afname in de periode daarna tot 0,23 mg/l in 1995, was ook significant.

Voor fosfaat is de geconstateerde daling groter dan in de EOS-rapportage werd voorspeld. Voor de stikstof-componenten kan deze vergelijking op basis van de beschikbare gegevens niet gemaakt worden.

¹ De concentraties waarover een trendanalyse is uitgevoerd zijn afkomstig van de lokatie Lodijkse Gat, dat representatief is voor de Kom. De trendanalyse is gebaseerd op een lineair regressiemodel. Bij de toetsing van de trends is uitgegaan van een overschrijdingskans $p < 0,05$.

Figuur 5.5
Maandgemiddelde nutriëntenconcentraties
[mg/l] (1991-1995)



Stikstof

In het water is stikstof als nutriënt beschikbaar in de vorm van ammonium (NH₄), nitraat (NO₃) en nitriet (NO₂). Stikstof in de vorm van nitraat en nitriet wordt weergegeven als somparameter, waarvan in de praktijk minstens 95% in de vorm van nitraat aanwezig is. In de winterperiode zijn de nitraat- en ammoniumconcentraties altijd maximaal, tijdens de zomer bereiken zij hun minimale concentraties (figuur 5.5).

De maximale winterconcentraties nitriet en nitraat zijn in alle deelgebieden afgenomen, vanaf 1986/1987 in de Kom, een jaar later in de Noordelijke tak, en vanaf 1989-1991 ook in het Middengebied en de Monding (zie figuur 5.6). Deze daling hield primair verband met een lagere zoetwatertoevoer door de Deltawerken. Bovendien waren in deze jaren de concentraties in het kustwater lager door de lage rivierafvoeren (Smaal en Boeije, 1991). In de periode 1991-1994 lagen de wintermaxima in de Monding, het Middengebied en de Kom op ongeveer 0,8 mg N/l en in de Noordelijke tak op ongeveer 1,2 mg N/l (ter vergelijking: 0,5 mg N/l in het Grevelingenmeer en 0,6 mg N/l op tien kilometer uit de kust van Schouwen).

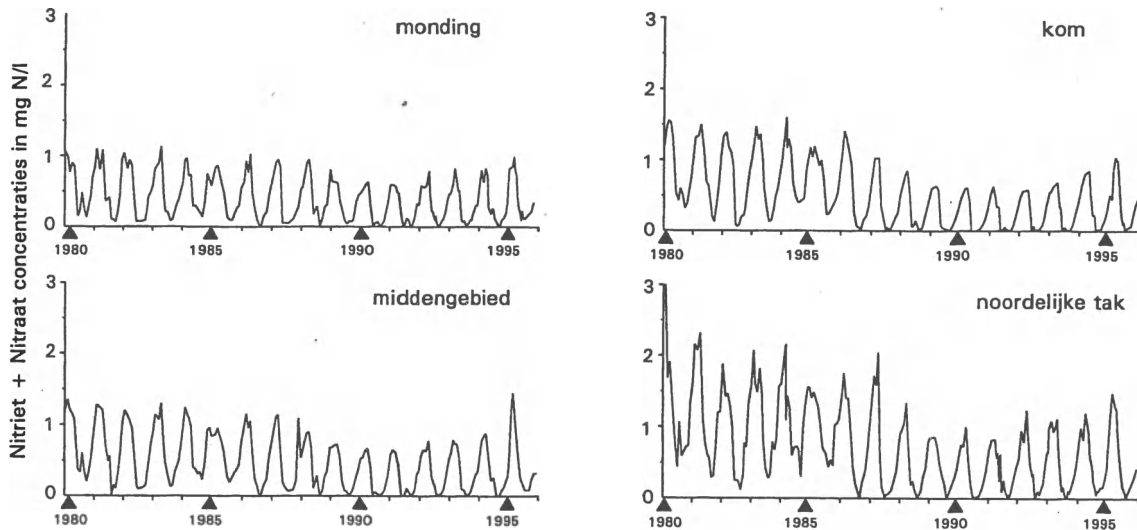
Veel neerslag in de eerste maanden van 1995 zorgde voor een grotere zoetwaterbelasting en relatief hoge concentraties nitriet en nitraat in de Oosterschelde: maximaal 1,5 mg N/l in de Noordelijke tak.

De minimale zomerconcentraties zijn al vanaf 1986 in alle deelgebieden lager dan daarvoor, dit is ook een opvallend effect van de veranderde Oosterschelde. De zomerminima bereiken sindsdien een waarde van 0,01 mg N/l of lager.

Ook de minimale zomerconcentraties ammonium zijn na 1986 lager dan in de periode daarvoor, met name in de Noordelijke tak en de Kom (figuur 5.7). Het minimum bedraagt daar 0,002 mg N/l. De maximale winterconcentraties zijn na 1986 alleen in de Noordelijke tak gedaald. De hoogste winterconcentratie in de Oosterschelde bedraagt 0,25 mg N/l (Kom en Noordelijke tak) en is gelijk aan de maximale concentratie in het Grevelingenmeer. Tien kilometer uit de kust van Schouwen is de maximale concentratie lager: 0,1 mg N/l.

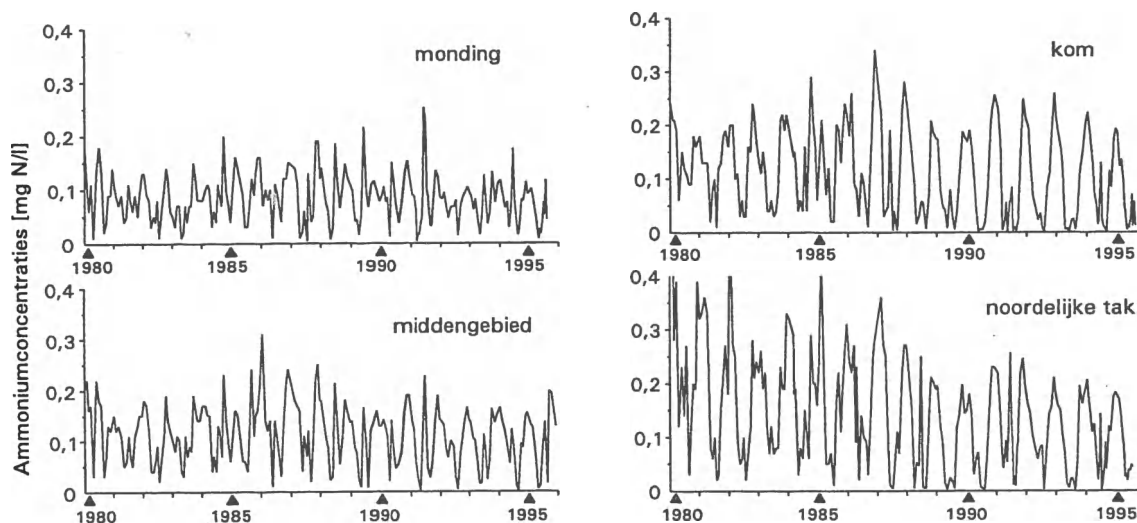
Figuur 5.6

Nitriet- plus nitraatconcentraties [mg N/l]



Figuur 5.7

Ammoniumconcentraties [mg N/l]



Terwijl de concentraties nitriet en nitraat, met uitzondering van de Noordelijke tak gelijk zijn, laten de concentraties ammonium een gradiënt zien van Monding naar Middengebied, Noordelijke tak en Kom.

Fosfaat

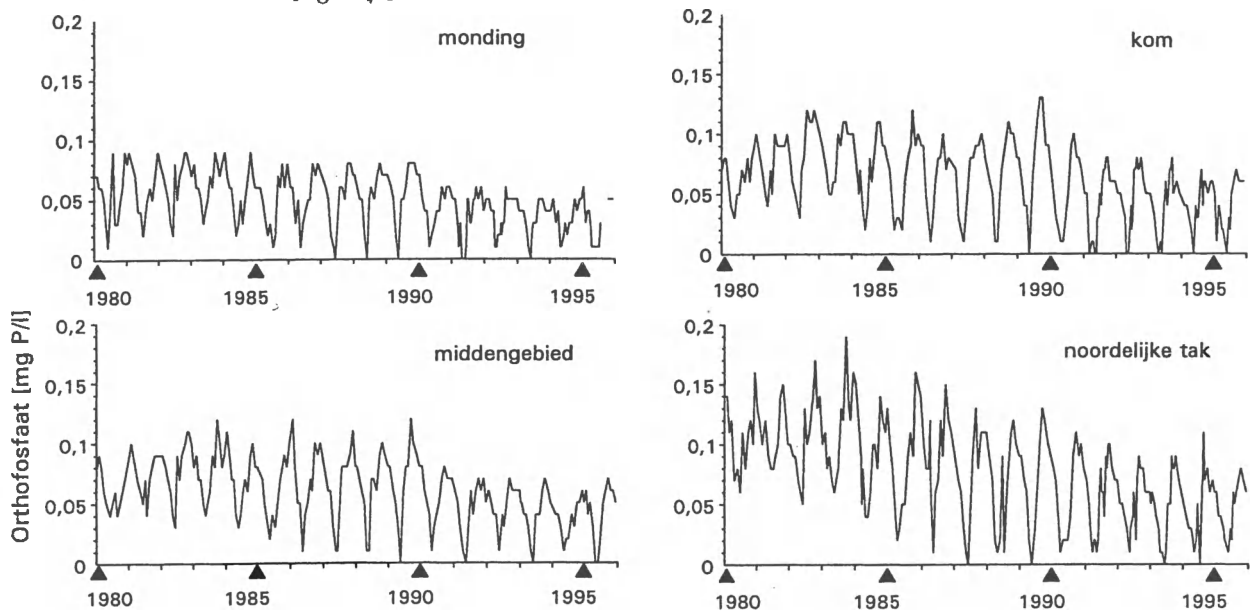
Na 1987 zijn de minimale voorjaarsconcentraties (april/mei) orthofosfaat (PO_4 ; de vorm waarin fosfaat als nutriënt beschikbaar is) lager dan daarvoor; vooral in de Noordelijke tak is de afname groot. Tegenwoordig zijn de minimale concentraties in alle deelgebieden ongeveer gelijk: ca. 0,01 mg P/l (figuur 5.8). Na de voorjaarsbloei in mei is het fosfaatgehalte in het water tot bijna nul gedaald. In de zomermaanden mobiliseert het fosfaat (deels) en is weer beschikbaar als nutriënt.

Pas vanaf 1990 zijn de maximale fosfaatconcentraties in de herfst (september/oktober) significant lager, en variëren van 0,06 mg P/l in de Monding (gelijk aan de Voordelta), tot 0,09 mg P/l in de Noordelijke tak. De vertraging waarmee deze daling is opgetreden, is waarschijnlijk veroorzaakt door nalevering van

fosfaat uit de bodem (*Smaal en Boeije, 1991*). Dit fosfaat is tijdens een periode met hoge nutriëntenbelastingen in de bodem geaccumuleerd. De nalevering van het fosfaat uit de bodem blijkt groot te zijn, want de forse vermindering van de fosfaatbelasting in de Oosterschelde is niet gevolgd door een vergelijkbare vermindering van de fosfaatconcentratie. De fosfaatbelasting na de compartimentering was gemiddeld $0,4 \text{ g P/m}^2/\text{jaar}$, tegenover $1,6 \text{ g P/m}^2/\text{jaar}$ ervoor. Behalve de nalevering uit de bodem, is ook de uitwisseling met de Voordelta van belang. Deze uitwisseling is zo groot, dat de gemiddelde concentraties in de Monding en het Middengebied overeenkomen met de Voordelta. Verschillen zijn alleen te zien in de lagere minimale voorjaarsconcentraties in de Oosterschelde. Het lijkt erop, dat de nalevering uit de bodem de opname van fosfaat niet kan bijhouden, waardoor de concentratie in het water nog verder daalt. Dit beeld is ook in het Grevelingenmeer duidelijk aanwezig. Een afname van de nalevering van fosfaat is waarschijnlijk, maar niet te onderscheiden van de aanlevering vanuit de Voordelta.

Figuur 5.8

Orthofosfaatconcentraties [$\text{mg PO}_4/\text{l}$]



Silicium

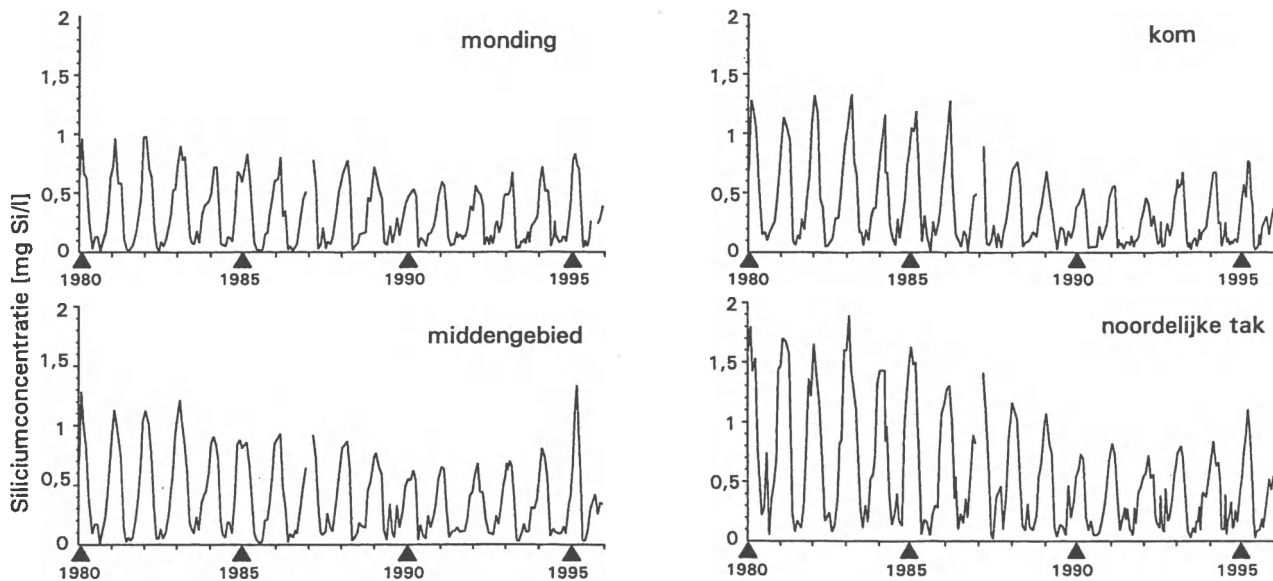
Silicium wordt gemeten in de vorm van reactief silicaat (SiO_2). Dit silicium wordt door diatomeeën (kiezelwieren) gebruikt bij de vorming van het skelet. Na 1986 zijn de wintermaxima in de Kom en de Noordelijke tak afgenomen. In de Noordelijke tak bedraagt de maximale concentratie $0,8 \text{ mg Si/l}$. De concentratie silicium wordt deels bepaald door het gehalte in het kustwater en de aanvoer van polderwaterlozingen. In de natte winter van 1995 was de concentratie silicaat in de Oosterschelde dan ook relatief hoog (zie figuur 5.9). Sinds de wintermaxima lager zijn, is de jaarlijkse periode met lage zomerconcentraties langer.

5.4 Microverontreinigingen in het water

5.4.1 Zware metalen

In de nota Milieukwaliteitsdoelstellingen bodem en water (*MILBOWA, 1991*) en de Evaluatienota Water (*V&W, 1994*) zijn voor een groot aantal stoffen, waaronder acht zware metalen, beleidsmatig vastgestelde grens- en streefwaarden aangegeven. Als de streefwaarde is bereikt vormt de stof, naar de huidige

Figuur 5.9
Siliciumconcentraties [mg Si/l]



inzichten, geen probleem meer. Er zijn geen specifieke waarden voor zoute wateren aangegeven. Het is onduidelijk of deze waarden er zullen komen, zodat voorlopig de grens- en streefwaarden voor zoete wateren ook gelden voor zoute wateren (Van Eck, 1994).

In het monitoringprogramma voor de Oosterschelde zijn acht zware metalen opgenomen waarvoor grens- en streefwaarden zijn aangegeven, te weten: arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink.

Met uitzondering van koper en kwik waren in de Oosterschelde alle in de periode 1991-1995 gemeten concentraties van de bovengenoemde zware metalen lager dan of gelijk aan de grenswaarde. De concentraties opgelost kwik in de Oosterschelde liggen rond de detectielimiet van zoutwateranalyses (10 ng/l), die hoger is dan de grenswaarde (5 ng/l). Voor koper geldt, dat alleen op het meetpunt bij de Krammersluizen in de winter 1993/1994 tijdelijk concentraties opgelost koper boven de grenswaarde gevonden zijn. Ook een aantal andere zware metalen geven op dat meetpunt (geringe) fluctuaties binnen een jaar te zien. Door de lagere bemonsteringsfrequentie op de twee andere lokaties, kunnen dergelijke fluctuaties daar niet worden vastgesteld. Zo liggen in de Oosterschelde alle (in augustus) gemeten concentraties opgelost cadmium onder de streefwaarde, terwijl de op andere tijdstippen gemeten concentraties bij de Krammersluizen vaak hoger zijn (tussen streef- en grenswaarde). Alle gemeten concentraties van de andere zware metalen (arsen, lood, nikkel en zink) zijn gelijk aan of lager dan de streefwaarden.

Van 1982 tot 1987 zijn de concentraties zware metalen in de Oosterschelde maandelijks bepaald in de Monding en de Kom. Wanneer alleen de augustusconcentraties opgeloste zware metalen vanaf 1982 worden bekeken, dan kan in de Kom een daling van lood, nikkel en koper worden vastgesteld. In de Monding geldt dit alleen voor koper.

5.4.2 Organische microverontreinigingen

In 1986 is in de Oosterschelde een groot aantal microverontreinigingen (waaronder PAK's, PCB's en bestrijdingsmiddelen) in het water bepaald. De meeste stoffen konden daarbij niet worden aangetoond, omdat de concentratie lager was dan de detectielimiet, of waren slechts in zeer lage concentraties aanwezig. Deze stoffen zijn daarna dan ook niet in het monitoringprogramma voor de Oosterschelde opgenomen.

Pesticiden

In de evaluatieperiode (vanaf 1992) is een tweetal organische microverontreinigingen wel routinematig in de waterfase bepaald. Het gaat daarbij om lindaan (gamma-hexachloorcyclohexaan) en EOX (petroleumether-extraheerbaar organisch gebonden halogeen).

De concentratie lindaan wordt twee maal per jaar bepaald bij de Krammersluizen. Bij de eerste meting (mei 1992) werd een concentratie lindaan gemeten van 14 ng/l, daarna lagen de gemeten concentraties onder de grenswaarde van 10 ng/l (MILBOWA), fluctuerend van ongeveer 3 tot 8 ng/l. De concentraties liggen daarmee boven de streefwaarde van 0,2 ng/l (MILBOWA). Na 1992 is in Nederland het aantal toegestane toepassingen van lindaan overigens sterk gereduceerd (*Teunissen-Ordeman, 1995*).

EOX is in de evaluatieperiode in de Monding en de Kom één maal per jaar (augustus) bepaald, waarbij het alleen in 1991 en 1993 kon worden aangetoond (detectielimiet: 0,1 µg Cl⁻/l) met een maximale concentratie van 0,4 µg Cl⁻/l in de Monding. Bij de Krammersluizen is EOX vier maal per jaar bepaald. De hoogste concentratie werd gemeten in april 1992: 0,5 µg Cl⁻/l. Er zijn geen grens- en streefwaarden voor EOX vastgesteld.

Behalve deze routinematige metingen is in 1993 drie maal een groot aantal (60) andere pesticiden bepaald ten behoeve van de inventarisatie naar het voorkomen van milieuschadelijke stoffen in de Nederlandse wateren (gestart in 1991). In 1991 en 1992 was de Oosterschelde niet in de inventarisatie opgenomen. In 1993 werd bemonsterd in het Middengebied. Alleen voor de herbicide MCPP (mecoprop) werd de grenswaarde (0,1 µg/l; MILBOWA) in de Oosterschelde overschreden met een factor twee (voor de kust bij Goeree werd de grenswaarde van deze stof overschreden met een factor zes). Voor vijf pesticiden lag de concentratie tussen de streef- en de grenswaarden: atrazin, simazin, metoxuron, chloridazon (herbiciden) en oxamyl (insecticide). De concentraties van de andere onderzochte stoffen lagen onder de streefwaarde of onder de detectielimiet. Voor een aantal stoffen lag de detectiegrens overigens hoger dan de streefwaarde. In alle andere zoute wateren in Nederland werden de grens- en streefwaarden voor meer stoffen overschreden dan in de Oosterschelde. Voor de volledige resultaten van het onderzoek wordt verwezen naar het rapport "Speuren naar sporen III" (*Phernambucq et al., 1996*).

OrganotInverbindingen

OrganotInverbindingen, met name Tributyltin (TBT, één van de meest toxische organotInverbindingen), worden gebruikt in aangroeiwerende verf op scheepswanden. Door uitloging komt de stof direct in het water terecht, zodat vooral (jacht)havens verontreinigd zijn met TBT (*Fent, 1996*). Uit onderzoek is gebleken, dat TBT meerdere negatieve effecten heeft op het aquatische milieu (*Fent, 1996*). In Nederland is daarom vanaf 1990 de toepassing van TBT voor vaartuigen tot 25 meter lengte verboden. In de MILBOWA is de grenswaarde voor TBT in water vastgesteld op 10 ng/l, de streefwaarde op 0,1 ng/l. In de Oosterschelde zijn TBT-concentraties vanaf 1990 vijf maal per jaar bepaald in de haven van Colijnsplaat. *Smedes (1994)* heeft de resultaten tot en met 1993 gerapporteerd. Daarbij werden doorgaans de hoogste concentraties gevonden in het midden en aan de landzijde van de haven, de laagste concentraties in de havenmond. Er kan geen significante daling van TBT-concentraties worden geconstateerd. Dit wordt veroorzaakt door nalevering van TBT uit het sediment (*Ritsema, 1994*), waar de stof persistenter is dan in het water. De gemeten concentraties TBT in de waterfase bedroegen gemiddeld 50-150 ng/l, terwijl de MILBOWA-grenswaarde (zoet water) ca. 10 ng/l bedraagt.

5.5 Microverontreinigingen In de waterbodem

De zandige waterbodem van de Oosterschelde is doorgaans schoon (klasse 0),

de bodem in sedimentatiegebieden is doorgaans licht verontreinigd: klasse 2 (gegevens 1992, zie ook § 5.6). Als gevolg van scheepvaartactiviteiten of lokale lozingen is de waterbodembodem van een aantal havens en havenmonden echter verontreinigd (klasse 3 en 4). In de meeste gevallen wordt de verontreiniging veroorzaakt door PAK's. Lokaties waarvan de waterbodembodemkwaliteit de interventiewaarde overschrijdt (klasse 4) zijn in het Saneringsprogramma Waterbodembodem Rijkswateren geplaatst. In 1990 zijn de vervuilde delen van de havens van Zierikzee, Bruinisse, Colijnsplaat en Yerseke gesaneerd. Voor de vervuilde delen van de haven en slikken van Viane, de Plaat van Oude Tonge en het buitengebied van Yerseke wordt de saneringsnoodzaak onderzocht, maar de aanwezigheid van stort- of verwerkingscapaciteit zal bepalend zijn voor het uiteindelijke saneringstijdstip. Onder huidige omstandigheden is zowel berging als verwerking zo duur, dat uitvoering op korte termijn niet realiseerbaar is (V&W, 1995). Om te voorkomen dat opnieuw (of verdere) vervuiling van de havenbodems optreedt, zijn in de meeste havens rond de Oosterschelde havenontvangst-installaties aanwezig, waar olie en ander afval wordt verzameld.

Behalve bij waterbodemsaneringen komt in de Oosterschelde specie vrij bij onderhoudsbaggerwerk, dat wil zeggen baggerwerk voor het op diepte houden van havens en vaargeulen. Uitgangspunt voor het verspreidingsbeleid van baggerspecie in de Oosterschelde vormt de Uniforme Gehaltetoets voor zoute wateren, gepubliceerd in de Evaluatienota Waterhuishouding (V&W, 1994). Daarvoor werd de zoetwaternormering uit de derde Nota waterhuishouding gehanteerd. Voorwaarde voor verspreiding is dat geen enkele parameter de gehaltetoets overschrijdt en bovendien mogen de concentraties niet significant verslechterd zijn ten opzichte van voorgaande bemonstering. Specie die voldoet aan de gehaltetoets, echter niet aan de aanvullende criteria voor verspreiding dient in daartoe aangewezen diepe putten te worden geborgen. Specie die niet voldoet aan de gehaltetoets (klasse 3- en 4-specie) mag niet in de Oosterschelde worden verspreid.

5.6 Microverontreinigingen in zwevend slib

Een deel van de microverontreinigingen in het water hecht zich aan het zwevend slib dat zich in het water bevindt. Een deel van dit zwevend slib kan naar de bodem bezinken en deze verontreinigen. Dit gebeurt voornamelijk op plaatsen waar het water tot rust komt (havens en ondiepe plaatsen). In de Oosterschelde zijn in 1992, 1994 en 1995 (één keer per jaar) bemonsteringen uitgevoerd op een vijftal lokaties: Zierikzee, Colijnsplaat, Yerseke, Mastgat en Tholense Gat (Van Berkel, 1996). Gezien de beperktheid van het onderzoek hebben de analysesresultaten een indicatieve waarde. Een deel van de monsters moet als klasse 2 worden gekwalificeerd; op een enkele uitzondering na waren PAK's en PCB's verantwoordelijk voor deze classificering. De concentraties PAK's geven daarbij een daling en die van PCB's een stijging te zien in het verloop van de tijd. Uit de resultaten kan en mag niet worden geconcludeerd dat de kwaliteit van het zwevend slib is verbeterd danwel verslechterd.

Omdat er in het Oosterscheldegebied zelf nauwelijks aanwijsbare vervuilingbronnen meer zijn, zullen de voornaamste oorzaken van deze verontreiniging moeten worden gezocht in diffuse bronnen, waaronder de import vanuit zee en de atmosferische depositie.

5.7 Microverontreinigingen in blota (mosselen)

Mosselen (*Mytilus edulis*) staan bekend om hun vermogen (giftige) stoffen te accumuleren. Hierdoor kunnen deze dieren worden gebruikt als indicator voor de mate van vervuiling.

De concentraties van PAK's en PCB's in mosselen vertonen geen trend. Dat geldt ook voor de zware metalen, met uitzondering van cadmium, waarvoor tot 1992 een stijgende trend werd gevonden (*Heesen, 1995*). Alle concentraties liggen ver beneden de norm voor consumptiemosselen.

6. Hydrodynamica en morfologie

In een watersysteem als de Oosterschelde is de interactie tussen het stromende water en de bodem van grote betekenis. De gevolgen van deze interactie worden in dit hoofdstuk nader beschreven. Als basis voor de beschrijving is gebruik gemaakt van het rapport 'Veranderingen in de hydrodynamiek en morfologie van het Oosterscheldebekken in de periode 1990-1995' (Oosterlaan & Zagers, 1996).

In de Oosterschelde is de geometrie als gevolg van de Oosterscheldewerken in zeer korte tijd (zeker gezien op morfologische tijdschaal) sterk veranderd. De veranderingen zijn:

- de platen, slikken en schorren eroderen, doordat de opbouwende werking van het getij is verminderd, terwijl de eroderende werking van de golven blijft;
- de schorren verdrogen, doordat ze inklinken en doordat de overspoeling is verminderd;
- de geulen van de Voordelta van de Oosterschelde zanden aan, doordat er minder water getransporteerd wordt voor de vulling en lediging van de Oosterschelde;
- ook de geulen van de Oosterschelde neigen naar aanpassing aan de verminderde transporten; hier is echter onvoldoende zand voor beschikbaar. Hier wordt later op teruggekomen.

De erosie van platen, slikken en schorren vindt niet gelijkmatig over het jaar plaats, maar voornamelijk tijdens stormen. In jaren met zware stormen kunnen substantiële veranderingen optreden, terwijl er in andere jaren nauwelijks veranderingen optreden. De erosiesnelheid neemt verder met de jaren af, doordat het intergetijdegebied dichter bij een evenwichtssituatie komt.

6.1 Hydrodynamica

6.1.1 Inleiding

De watermassa's die de Oosterschelde in- en uitstromen zijn afhankelijk van het getij op de Noordzee en de geometrie van het bekken. Het getij op de Noordzee bepaalt daarmee mede de lokale waterhoogten en de stromingen. De invloed van polderlozingen, spuien etc. op de waterbeweging in de Oosterschelde is zeer gering (zie hoofdstuk 4). Het getij zorgt voor de verplaatsing van het water door de geulen en (bij hoog water) over de ondiepe delen van het watersysteem. Daarbij worden onderscheiden een verticale en een horizontale getijbeweging. Belangrijke aspecten van het getij zijn de transporten van opgeloste stoffen, waaronder nutriënten, het zoutgehalte en eventueel de verspreiding van verontreinigingen.

6.1.2 Verticaal getij

De verticale getijbeweging kan gekarakteriseerd worden met de hoog- en laagwaterstanden en het getijverschil. De hoog- en laagwaterstanden bepalen mede de grootte van het intergetijdegebied. Het verschil tussen hoog- en laagwater bepaalt mede de sterkte van de stromingen.

Na de afronding van de Oosterscheldewerken in april 1987, stelde het getij zich onmiddellijk in op de nieuwe situatie in het bekken. Reeds in 1988 kon al een vrij duidelijk beeld worden gegeven van de nieuwe hoog- en laagwaterstanden

en de getijverschillen. Voor de evaluatie van de periode 1991-1995 is nagegaan in hoeverre het getij overeenkomt met of verschilt van het getij in de voorafgaande periode 1987-1990.

Bij het vergelijken van getijgegevens moet rekening worden gehouden met veranderingen die op de middellange en lange termijn in het getij kunnen optreden ten gevolge van:

- 1 veranderingen in de getijbeweging op de Noordzee volgens de 18,6-jaarcyclus;
- 2 veranderingen in bodemligging van het bekken zelf en van de Voordelta;
- 3 de zeespiegelstijging en de trendmatige getijtoenamen.

Daarnaast zijn de afzonderlijke waterstandsmetingen aan onnauwkeurigheid onderhevig (+/- 5 cm), maar deze valt weg, wanneer van een lange reeks metingen gebruik wordt gemaakt.

- ad 1 De zogenaamde 18,6-jaarcyclus genereert een variatie van $\pm 4\%$. In de periode 1987/ 1988 werden er minimale waarden van de cyclus gemeten. In de periode 1987-1995 steeg de getijamplitude dus weer naar een maximum van de cyclus.
- ad 2 Volgens de GEOMOR-voorspellingen (*GEOMOR, 1984*), die werden bevestigd door *Van der Weck (1994)*, waren de veranderingen in de bodemligging het grootst in de eerste vijf jaar na de afronding van de Oosterscheldewerken. In de jaren daarna zouden naar verwachting de veranderingen langzamer gaan verlopen. Op de bodemligging van de Voordelta in relatie tot het getij, wordt hier niet ingegaan.
- ad 3 Gegevens van de periode 1900-1980 vertonen een relatieve zeespiegelstijging van ongeveer 0,25 m per eeuw en een natuurlijke toename in getijamplitude van ongeveer 3 à 4%. Aangenomen wordt, dat de zeespiegelstijging in de relatief korte periode 1987-1995 verwaarloosbaar klein is.

Tabel 6.1

Gemiddelde getijgegevens voor de periode 1987-1990 en 1991-1995; gebaseerd op maandgemiddelde hoog- en laagwaterstanden en het getijverschil [cm t.o.v. NAP]

| | 1987-1990 | | | 1991-1995 | | |
|-------------------|-----------|------|----------|-----------|------|----------|
| | GHW | GLW | verschil | GHW | GLW | verschil |
| Roompot-binnen | 131 | -117 | 248 | 130 | -122 | 251 |
| Zeelandbrug-Noord | 150 | -131 | 281 | | | |
| Stavenisse | 157 | -134 | 291 | 156 | -139 | 295 |
| Philipsdam-West | 162 | -137 | 299 | 160 | -143 | 303 |
| Yerseke | 179 | -147 | 326 | 177 | -154 | 331 |
| Marollegat | 186 | -156 | 342 | 185 | -164 | 348 |
| Noordzee (BG2) | 133 | -103 | 236 | 133 | -108 | 241 |

Op basis van tabel 6.1 is de relatieve afwijking van de meetstations op de Oosterschelde ten opzichte van de Voordelta (meetstation BG2) bepaald. Daarbij bleek, dat de veranderingen in de getijbeweging in de Oosterschelde vergelijkbaar zijn met de veranderingen van het getij bij BG2. Enkele algemene conclusies ten aanzien van het verticale getij zijn:

- In de periode 1991-1995 zijn de hoogwaterstanden gemiddeld 1 à 1,5 cm en de laagwaterstanden gemiddeld 6 cm lager geworden. Het getijverschil is daardoor toegenomen met 1 à 5 cm ten opzichte van de periode 1987-1990; de gemiddelde waterstand is 3 à 4 cm verlaagd. In de Kom is het getijverschil iets groter geworden dan in de Monding. Het getijverschil bij Yerseke is nu (1991-1995) gemiddeld 331,3 cm. Dat is 101,7% ten opzichte van de vorige periode (1987-1990).
- De waterstanden op de Noordzee (bij BG2) vertonen eenzelfde ontwikkeling: het getijverschil is toegenomen met 5,0 cm door een verlaging van het gemiddeld laagwater.

De veranderingen in het getijverschil en de hoog- en laagwaterstanden zijn zo

systematisch in het gehele gebied, dat er aan de uitkomsten enige waarde gehecht mag worden. De veranderingen in getijverschil die alle stations op de Oosterschelde en BG2 vertonen, kunnen in principe worden verklaard door de 18,6-jaars getijcyclus. Voor de verandering in de gemiddelde waterstand (de laagwaterstanden zijn meer verlaagd dan de hoogwaterstanden) zijn geen voor de hand liggende verklaringen.

6.1.3 Horizontaal getij

De horizontale getijbeweging kan gekarakteriseerd worden met drie parameters:

- stroomsnelheid: de snelheid van de waterdeeltjes. Deze zijn bepalend voor de aanwezigheid van zwevend materiaal in de waterkolom. Dit is op zijn beurt, naast getijwerking, weer bepalend voor de helderheid (doorzicht) van het water en de aan- en opwas van slikken, platen en schorren, maar ook voor verslibbing van bepaalde gebieden onder de waterspiegel (mos-selpercelen).
- debiet: de hoeveelheid water die per seconde door de doorsnede van een geul stroomt;
- eb-/vloedvolume: de hoeveelheid water die per eb-/vloedperiode door een doorsnede van een geul stroomt;

De tweede en derde parameter worden gevonden door integratie over de eerste. Bij de tweede parameter zijn de gemeten stroomsnelheden geïntegreerd over de dwarsdoorsnede en bij de laatste parameter over de doorsnede en over de eb- of vloedperiode.

De vraag is of de stroomsnelheden in de Oosterschelde veranderd zijn in de periode 1987-1995. Het ligt voor de hand de gemeten stroomsnelheid als parameter te hanteren, maar deze blijkt een te onnauwkeurige indicator te zijn. Deze onnauwkeurigheid is het gevolg van de sterke ruimtelijke variatie van het meetsignaal en de geringe nauwkeurigheid van de meetapparatuur. De nauwkeurigheid kan in principe verbeterd worden door te integreren in tijd en ruimte.

De nauwkeurigheid van de parameter eb-/vloedvolume is het grootst (ca. 10% van de maximum waarde). In de jaren 1987-1995 zijn een aantal stroommetingen uitgevoerd, waaruit eb-/vloedvolumes zijn berekend. Alle bruikbare eb-/vloedvolumes zijn weergegeven in tabel 6.2

Tabel 6.2

Herleide eb- en vloedvolumes voor de periode 1987-1995 en de verhouding tussen de volumes in de periode 1987/ 1989 en 1990/ 1995 [Volumes in 10^6 m^3 (gegevens herleid tot een standaardgetij) (Oosterlaan & Zagers, 1996)

| Periode | 1987/ 1989 | | | | | | 1990/ 1995 | | | | percentage | |
|---------|------------|-------|------|-------|------|-------|------------|-------|------|-------|------------|-------|
| | 1987 | | 1988 | | 1989 | | 1990 | | 1995 | | | |
| Jaar | eb | vloed | eb | vloed | eb | vloed | eb | vloed | eb | vloed | eb | vloed |
| Schaar | - | | 165 | 170 | - | - | - | | 176 | 190 | 1,06 | 1,12 |
| Hammen | - | | 177 | - | - | - | 148 | - | 176 | 190 | 0,99 | - |
| Roompot | - | | 560 | - | - | - | - | | 541 | 562 | 0,97 | - |
| Raai 3b | - | | - | - | 661 | 594 | - | | 659 | 651 | 1,00 | 1,10 |
| Raai 4 | 65 | 67 | - | - | - | - | 69 | 84 | - | - | 1,06 | 1,26 |
| Raai 7 | - | | 225 | 227 | - | - | 219 | 240 | - | - | 0,97 | 1,05 |

Uit deze tabel zijn geen harde conclusies te trekken. De afwijkingen liggen in de orde van 10% en zijn daarmee niet significant. Opvallend is wel dat de afwijkingen in de ebvolumes overwegend kleiner zijn dan de afwijkingen in de vloedvolumes. Dit zegt echter meer over de metingen dan over de werkelijke stroomsnelheden. Bij de ebstroom zijn de stroomsnelheden overwegend lager en ze vertonen relatief weinig variatie in de tijd, terwijl de stroomsnelheden tijdens vloed sterk in tijd en ruimte variëren. Het is daarmee makkelijker een goede ebmeting uit te voeren dan een vloedmeting. De fout in de ebmeting is daarmee waarschijnlijk kleiner dan de fout in de vloedmeting. Een eerste voorzichtige conclusie is dat de ebstromen over de periode 1987/1995 weinig veranderd zijn.

Gezien de beperkte hoeveelheid gegevens en de onbetrouwbaarheid hiervan kunnen de conclusies niet alleen gebaseerd worden op stroomsnelheid. Wanneer hierbij tevens een massabalans wordt betrokken, waarbij de relatie tussen het in- en uitstromend debiet enerzijds en de rijs- of daalsnelheid van het getij en het oppervlak anderzijds is verwerkt, kan de conclusie worden getrokken dat de stroomsnelheden tussen 1987 en 1995 nauwelijks zijn veranderd.

6.2 Morfologie

6.2.1 Inleiding

Sinds de voltooiing van de Oosterscheldewerken is er in de Oosterschelde sprake van aanpassing aan de nieuwe getijsituatie en ontwikkeling naar een nieuw morfologisch evenwicht. Het getijvolume en het areaal intergetijdegebied zijn met ongeveer 30% afgenomen (*Smaal & Boeije, 1991*). De reductie van het getijvolume had grote gevolgen voor het geulensysteem van het bekken. Om een nieuw morfologisch evenwicht te bereiken, zal het doorstroomoppervlak van de geulen zich moeten aanpassen aan de gereduceerde stroomsnelheden. Deze aanpassing wordt ook wel uitgedrukt als de "zandhonger" van de geulen en wordt geschat op ± 500 miljoen m^3 .

Arealen per dieptezone

De zichtbare morfologische veranderingen in de Oosterschelde zijn lokaal en van geringe omvang. Er is sprake van een geringe afname van de veranderingen in oostelijke en noordelijke richting. Wanneer de areaalverschillen worden uitgezet als percentage van de desbetreffende dieptezones (strata), blijkt dat de relatief grootste veranderingen zich voordoen in het intergetijdegebied (figuur 6.1). Zo is het areaal van de zone tussen NAP en NAP +1,00 m ruim 20% afgenomen.

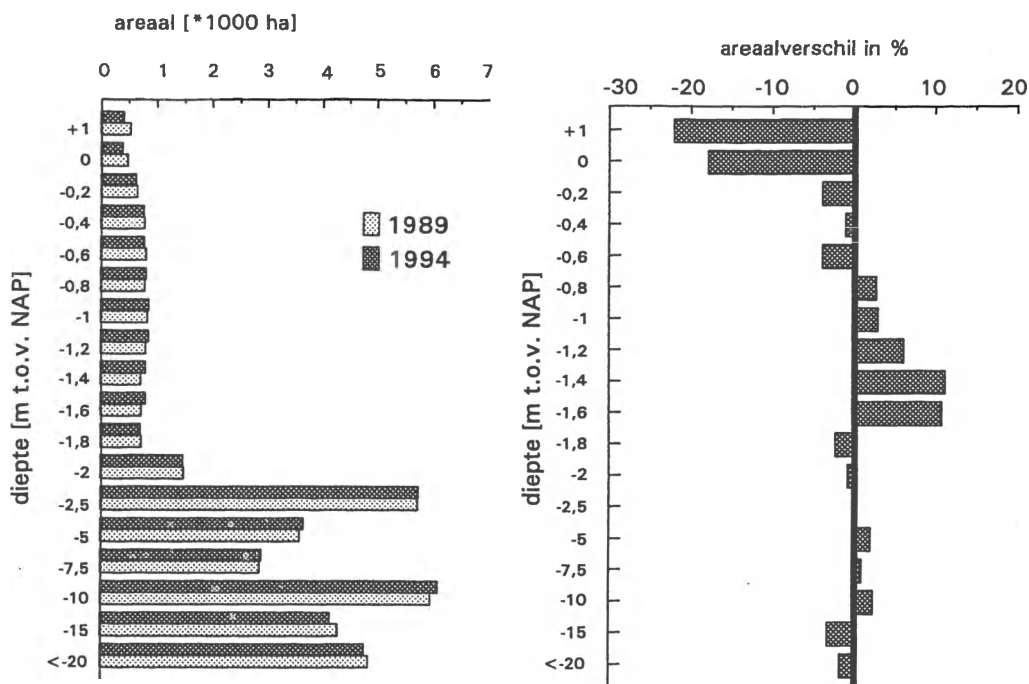
Zandhonger

Uit eerdere onderzoeken is gebleken, dat de import van zand uit de Noordzee gering is; het materiaal om de zandhonger van de geulen te stillen zal dan ook voor het merendeel moeten komen van de in het bekken aanwezige platen en slikken. Met andere woorden: in de Oosterschelde vindt een herverdeling van het sediment plaats.

Met behulp van kuberingen is het sedimentbudget geschat. Vóór de aanleg van de kering was er sprake van een jaarlijks natuurlijk zandexport van ongeveer 2 miljoen m^3 (*Smaal & Boeije, 1991*). De na het gereedkomen van de kering verwachte import van zand uit de Voordelta bleek in de periode tot 1990 al zeer gering te zijn; hierin is nog geen verandering opgetreden. Voor het oppervlak beneden NAP +1,00 m is berekend, dat er sprake is van een toename van de hoeveelheid zand (in het bekken) van ongeveer 0,7 miljoen m^3 per jaar over de afgelopen vijf jaar; omgerekend een laagdikte van minder dan 2 mm. Het materiaal dat hiervoor nodig was, is waarschijnlijk afkomstig van het intergetijdegebied.

Figuur 6.1

Arealen in 1989 en 1994 per stratum
[in ha]



Uit de berekeningen is tevens gebleken, dat het totale volume van de geulen met $\pm 0,2\%$ per jaar is afgenomen na aanleg van de kering. Hoewel er dus een herverdeling van het sediment in het bekken optreedt, draagt deze maar weinig bij tot het stillen van de zandhonger van de geulen. Een groot deel van het sediment dat afkomstig is van de platen, is afgezet in de zone van NAP -2,50 tot NAP -10,00 m.

Droogvalduren

In de periode 1989-1995 zijn de arealen per dieptezone veranderd als gevolg van een herverdeling van het sediment (figuur 6.1). Voor een aanzienlijk deel van het intergetijdegebied betreft het een areaal-afname. Dit betekent een verlaging van het intergetijdegebied, met als gevolg een verkorting van de droogvalduur. Beide aspecten kunnen echter per deelgebied nog verschillen vertonen (zie figuur 6.2).

In de Monding zijn de arealen per stratum, met uitzondering van de strata tussen NAP -0,20 m en NAP -0,40 m en dieper dan NAP -1,60 m groter geworden. In de Noordelijke tak en de Kom namen de arealen per dieptezone toe van NAP -0,80 m tot NAP -1,80 m; in het Middengebied is dit het geval tussen NAP -0,60 m en NAP -1,80 m. De arealen die zich hebben uitgebreid liggen echter dieper en hebben derhalve een beperkte droogvalduur.

6.2.2 Platen en slikken

Verwachting

Een belangrijke component van het intergetijdegebied zijn de platen en slikken; zij omvatten een aanzienlijk deel van de totale oppervlakte. Volgens Veilig Getijd bedroeg het oppervlakteverlies in de periode 1987-1989 ongeveer 60 ha, minder dus dan de voorspelde waarde van 70 ha per jaar. De voorspelling van 70 ha was afkomstig van het onderzoek binnen het project GEOMOR (GEOMOR, 1984). De grondslag van deze voorspelling was de volgende hypothese:

het verlies aan areaal van platen en slikken door golferosie wordt normaliter gecompenseerd door de aanvoer van sediment uit de geulen. Na de aanleg van

Zeespiegelrijzing

De verlaging van het intergetijdegebied in de Oosterschelde is veroorzaakt door het wegvallen van de sedimentuitwisseling met de Voordelta en de sterke reductie van het getij. In een open estuarium leidt een reductie van het getij tot zandimport uit zee, waarmee de geul zover opgevuld wordt tot de dwarsdoorsnede weer in overeenstemming is met het gereduceerde getij. Ontbreekt deze verbinding, dan kan het systeem zich alleen aanpassen door interne herverdeling. Er kan alleen herstel optreden als de stroomsnelheden weer toenemen.

De vraag is, wat de invloed is van de zeespiegelrijzing op dat proces. Verwacht wordt, dat de relatieve zeespiegelrijzing die in de afgelopen eeuw 20 cm bedroeg zal stijgen naar 60 cm per eeuw. Verder geven de huidige trends aan dat het getij kan toenemen met 4% per eeuw. Wat de reactie van de slikken, schorren, geulen en platen op de zeespiegelrijzing zal zijn hangt af van een groot aantal, soms tegengesteld werkende processen.

Veranderende golfwerking

Door een toenemende waterdiepte boven de slikken zal de energiedissipatie van de golven meer landwaarts komen te liggen en meer ter plaatse van de schorkliffen. De schorkliffen en het hoge slik eroderen. Op de delen van het slik onder de laagwaterlijn treedt door afnemende golfwerking en toevoer van sediment van de hoger gelegen delen sedimentatie op. Hierdoor vervlakt het profiel en schuift het schorklif landwaarts op. Het schor wordt bij voldoende sedimenttoevoer relatief hoger, doordat de overspoelingsduur en de sedimenttoevoer toenemen.

Ook voor de platen heeft zeespiegelrijzing consequenties. Door een toenemende waterdiepte boven de platen zal de erosie door golfwerking hoger op de plaat komen te liggen. De hogere delen van de plaat eroderen en op de lagere delen treedt sedimentatie op: de plaat vervlakt en verlaagt. De afvlakking wordt versneld door de zeespiegelrijzing en heeft verdrinking van de zeearm tot gevolg.

Veranderende middenstand

Door een toenemende gemiddelde waterstand (middenstand) en de genoemde vervlakking neemt ook bij een gelijkblijvend getijverschil de inhoud van het bekken tussen laag- en hoogwater toe. Het watervolume dat door de geul stroomt bij eb en vloed neemt daardoor toe. Of dit leidt tot herstel van de stroomsnelheden, zodat vervlakking tegengegaan kan worden is nog de vraag. Onduidelijk is, of de toename van de geuldoorsnede door de middenstandsrijzing kleiner is dan de toename van de watervolumes tussen hoog- en laagwater ten gevolge van dezelfde rijzing. De zeespiegelrijzing kan daardoor zowel een positieve als een negatieve invloed hebben.

de kering zal de sedimentaanvoer door het getij reduceren, zodat vermoedelijk het herstel van de golfschade in het intergetijdegebied zal stagneren.

Gemiddeld over een jaar zal netto erosie optreden aan die plaat- en slikranden die blootstaan aan de golfaanval, resulterend in een aanhoudende vermindering van het areaal aan platen en slikken. Het vrijkomende materiaal zal bijdragen tot de interne herverdeling van sediment in het bekken, om het doorstroomoppervlak van de geulen aan te passen aan het nieuwe getijvolume (Kohsiek et al., 1987).

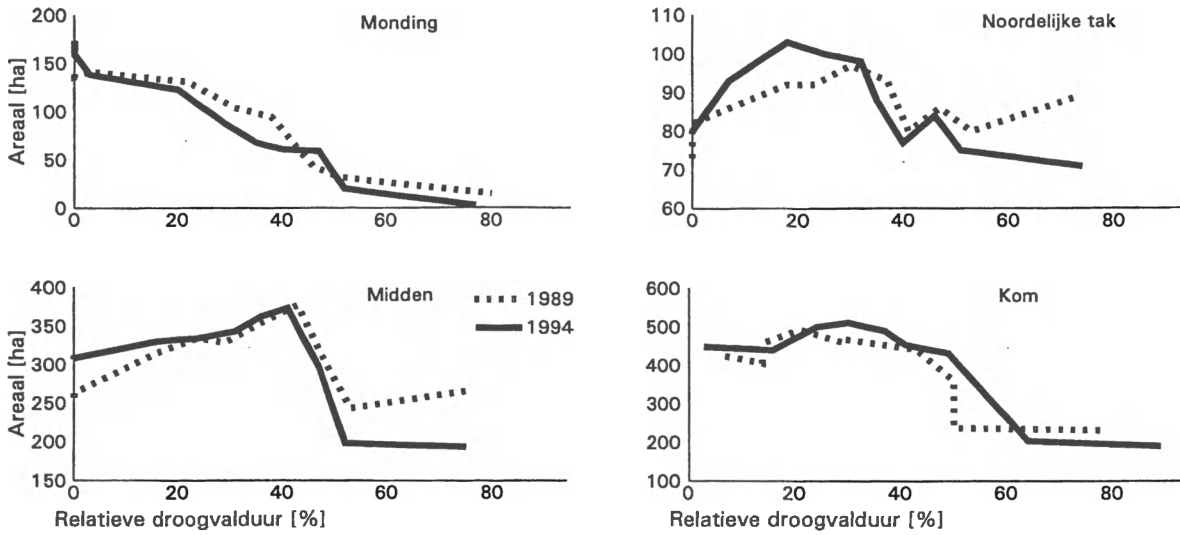
Algemene ontwikkelingen

De veranderingen van de slikken en platen zijn onderling vergelijkbaar. De mate waarin de ontwikkelingen zich voordoen, varieert echter sterk over het gehele bekken, waardoor een algemene trend niet is aan te geven. Wanneer wordt gekeken naar de procentuele areaalveranderingen van de dieptezones, blijkt er een herverdeling op te treden, waarbij het deel van het intergetijdegebied boven NAP -1,00 m vooral in areaal afneemt, ten gunste van het areaal beneden NAP -1,00 m en in het bijzonder ten gunste van het areaal beneden de laagwaterlijn. Dit komt overeen met de waarnemingen van *der Weck* (1994) en *Tank* (1995), die al eerder sedimentatie van materiaal net onder de laagwaterlijn hebben aangetoond. Netto heeft zich een afname van het areaal intergetijdegebied voorgedaan van ongeveer 172 ha (tabel 6.3).

Een afname van het areaal intergetijdegebied met 172 ha in de periode 1989-1994 betekent een gemiddelde jaarlijkse afname van ± 34 ha. In Veilig Getij

Figuur 6.2

Droogvalduren per stratum
(droogvalduur = duur van getijcyclus
minus overspoelingsduur)



werd voor de periode 1987-1989 een jaarlijks verlies aan getijde-areaal van 30 ha vermeld; dit was ongeveer de helft van wat oorspronkelijk verwacht werd (GEOMOR, 1984). Volgens de huidige stand van zaken kan worden geconcludeerd, dat er nog geen grote veranderingen zijn opgetreden ten opzichte van de in Veilig Getij gerapporteerde waarden. De afname van het areaal intergetijdegebied zet nog door, maar in een lager tempo dan eerder in GEOMOR was voorspeld.

Tabel 6.3

Areaalveranderingen in het
intergetijdegebied (1989-1994)
[in m t.o.v. NAP en ha]

| Stratum | Areaalverandering |
|---------------|-------------------|
| -1,2 tot -1,4 | +50,4 |
| -1,0 tot -1,2 | +25,1 |
| -0,8 tot -1,0 | +22,1 |
| -0,6 tot -0,8 | -31,8 |
| -0,4 tot -0,6 | -7,9 |
| -0,2 tot -0,4 | -25,4 |
| 0 tot -0,2 | -87,1 |
| +1 tot 0 | -117,5 |
| Totaal | -172,1 |

Galgeplaat

De ontwikkelingen van de Galgeplaat zijn voor een groot deel representatief voor de veranderingen van het intergetijdegebied van de Oosterschelde. Volgens de voorspelling van het GEOMOR-onderzoeksproject konden de veranderingen van het intergetijdegebied in drie belangrijke fasen worden verdeeld:

- allereerst worden de grootste verstoringen in het dynamische evenwicht van de Oosterschelde gecompenseerd door snelle veranderingen gedurende de eerste vijf jaar na afronding van de stormvloedkering;
- vervolgens verlopen de veranderingen gedurende een periode van dertig jaar langzamer;

- na een periode van ongeveer tweehonderd jaar wordt een nieuw evenwicht bereikt.

Tot en met 1994 is de totale oppervlakte intergetijdegebied van de Galgeplaat met 58 ha afgenomen. Ten opzichte van de oude situatie betekent dit een verlies van ruim 5% van het areaal aan intergetijdegebied. De eenmalige reductie van het getij tussen 1985 en 1987 was verantwoordelijk voor ruim 3% ofwel 37 ha van dit areaalverlies. De grootste erosie (70% van het totaal boven de laagwaterlijn) deed zich voor in de eerste jaren na de afsluiting (1987-1989). In de jaren daarna (1989-1992) was dit \pm 25% van het totaal, terwijl er in de periode 1992-1994 zelfs sprake was van sedimentatie boven de laagwaterlijn (ongeveer 5% van het totale geërodeerde volume).

In de eerste jaren na de afsluiting was er weinig sedimentatie beneden de laagwaterlijn. Er waren grote verschillen tussen het westelijk en oostelijk deel van de plaat. In het westelijk deel trad vooral sedimentatie op, terwijl aan de oostzijde de erosie overheerste. Na 1989 was de sedimentatie aan de westelijke zijde sterk afgenomen, maar was er ook aan de oostzijde sprake van sedimentatie. Voor de gehele plaat gold voor de periode 1989-1994, dat de sedimentatie beneden de laagwaterlijn groter was dan de erosie boven de laagwaterlijn. Over de periode 1987-1994 werd 75% van het boven de laagwaterlijn geërodeerde materiaal op de plaatelling en in de geulen afgezet. Hiervan werd 85% tussen NAP -1,50 en NAP -4,00 m afgezet, resulterend in een vervlakking van het plaatrandprofiel.

De verlaging van de platen blijkt voor een groot deel te worden bepaald door het optreden van (zware) stormen, zoals de storm van januari 1990 (*Van der Weck, 1994*). Uit metingen op de Galgeplaat bleek, dat deze storm een vrij sterk effect had op de erosie van deze plaat; na de erosie als gevolg van deze storm zette de bodemverlaging zich in een lager tempo voort. De stormen in de daaropvolgende periode waren niet zwaar en van korte duur (*Oosterlaan & Zagers, 1996*).

De GEOMOR-voorspellingen lijken dus redelijk te kloppen, zij het dat ze over het algemeen aan de hoge kant zijn. Over het algemeen is de areaalafname van het intergetijdegebied vertraagd en zelfs voor een deel omgeslagen in areaaltoename. De netto areaalveranderingen van het intergetijdegebied van de Galgeplaat lijken daarom in 2020 minder hoog uit te gaan vallen dan in de GEOMOR-rapportage was voorspeld. Een mogelijke onzekerheid is echter het voorkomen van (zware) stormen.

De sedimentatie van materiaal net onder de laagwaterlijn op de plaatrand heeft geleid tot een vertraging van de erosie van het intergetijdegebied van de Galgeplaat. Het is echter onwaarschijnlijk dat hierdoor vroegtijdig (binnen enkele decennia) een evenwichtsprofiel langs de plaatranden zal ontstaan, zoals geopperd door Van der Weck.

Roggenplaat

De morfologische veranderingen van de Roggenplaat zijn vergelijkbaar met de veranderingen van de Galgeplaat. Over het algemeen is er een lichte verlaging van de bodemligging van de Roggenplaat. Ook hier vindt erosie plaats aan de geëxponeerde zijde (de zuidrand) en sedimentatie aan de beschutte zijde (de noordrand).

6.2.3 Schorren

De schorren in de Oosterschelde (figuur 6.3) vormen het hoogste deel van het intergetijdegebied, de ondergrens komt ongeveer overeen met het gemiddeld hoogwater-niveau. De overgang van slik naar schor wordt gevormd door een schorrand die zich vaak manifesteert als een schorklif. De schorren worden regelmatig overspoeld (minimaal vijf maal per jaar) en bezitten een overheersend zoutminnende vegetatie. De schorren worden doorsneden door

een systeem van krekens, met de daarbij behorende hogere zandige oeverwallen en lager gelegen kleiige kommen.

Onder gunstige omstandigheden zorgt vegetatie voor sedimentatie, waardoor verdere ophoging kan plaatsvinden. Door die ophoging ontstaat een verlaging van de overspoelingsfrequentie en -duur. Als gevolg daarvan wordt het sediment in het eindstadium (hoog schor) nog maar op twee manieren aangevoerd:

- via de krekens zorgen hoge waterstanden voor het buiten de oevers treden van de kreek, waarbij dicht bij de kreek op de oeverwallen het grove materiaal wordt afgezet en het fijne materiaal in de kommen en de uiteinden van de krekens;
- bij extreem hoge waterstanden, waarbij het gehele schor wordt overspoeld.

Erosie

Erosie van schorren doet zich voornamelijk voor aan de randen (kliffen). Er blijken grote verschillen te bestaan tussen de afzonderlijke schorren. Deze verschillen hangen vooral samen met de positie ten opzichte van de geulen en de breedte van de slikken aan de voet van het schor. De grootste erosie doet zich voor op de kleine schorren in het midden van het bekken: Katse Plaat, Slikken van Kats, de Slikken van Viane, Zandkreek en de zuidelijke Slikken van de Dortsman. Het schor van de Katse Plaat is geheel omgeven door een relatief klein slik, zodat afkalving aan alle zijden plaatsvindt. Vooral de aanwezigheid van de Zandkreek en een oude zandwinput aan de zuidelijke zijde van het schor zorgen voor een sterke achteruitgang van de schorklif op die plaats. In dit geval is het echter moeilijk om aan te geven wat het effect van de aanleg van de Oosterscheldewerken is geweest, omdat de achteruitgang van het schor zich hier al decennia lang voordoet. De oorzaak van de achteruitgang van het schorklif bij Anna Jacobapolder/ Zijpe is naar alle waarschijnlijkheid de diepe, 'hongerige' geul die zich voor het schor bevindt.

Voor het voortbestaan van de schorren in de Oosterschelde is het enerzijds belangrijk dat de schorranden niet te sterk worden aangetast. Anderzijds is het belangrijk dat de sedimentatie doorgaat om de schorren te beschermen tegen verdrinking als gevolg van inklinking.

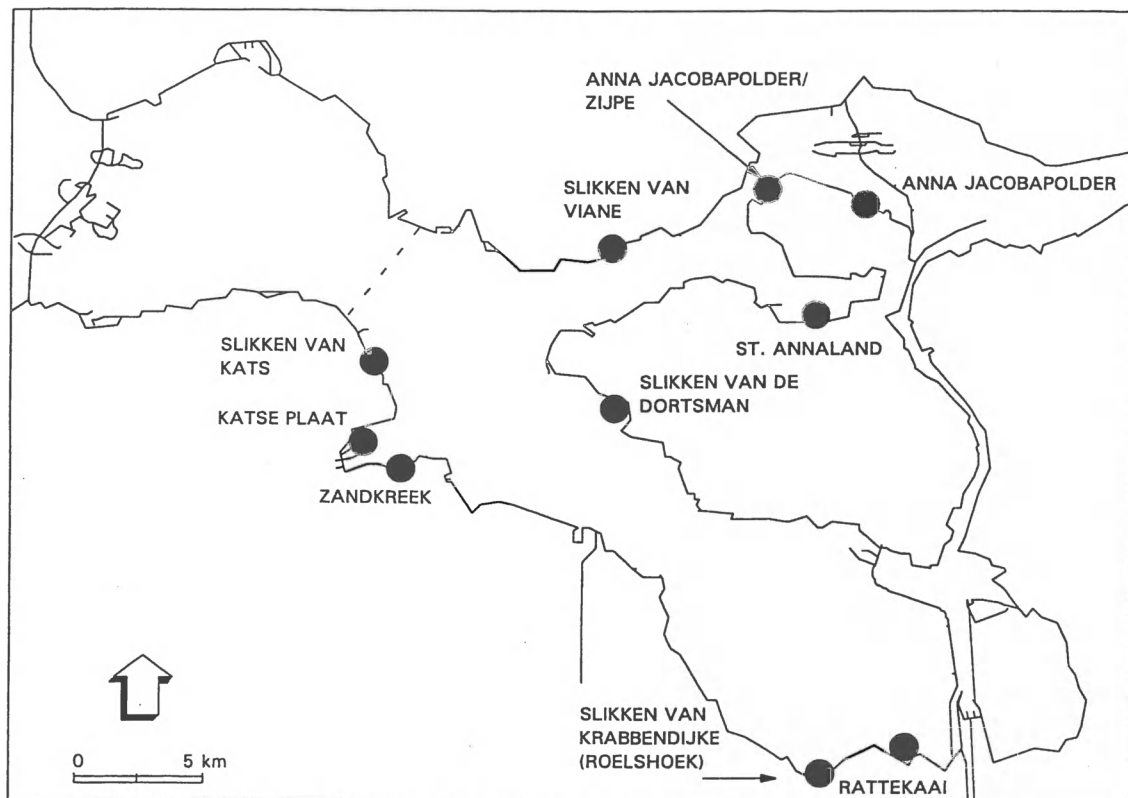
De afname van het getijverschil heeft geleid tot een afname van de overstromings-frequentie en -duur. Tijdens de afwerkperiode (1985-1987) vielen de hoogste delen van het schor zelfs geheel droog. De daaruit voortkomende verdroging leidde zowel tot een versterkte chemische en fysische rijping als een achteruitgang van de vitaliteit van de vegetatie, en heeft daarmee een afname van de erosiebestendigheid van de schorkliffen tot gevolg gehad. Bovendien heeft de golfactiviteit zich als gevolg van de vermindering van het getijverschil meer rond de voet van het schorklif geconcentreerd. Dit lagere deel van het schorklif bestaat uit fijn zand, waardoor ondergraving het proces van erosie heeft kunnen versnellen.

De breedte van het voorliggende slik is van invloed op de erosie van de schorkliffen. Dit is goed te zien aan de hand van de verschillen tussen de schorkliffen van Sint-Annaland en Rattekaai (tabel 6.4). De kliffen van Sint-Annaland vertonen een sterkere mate van erosie, als gevolg van de beperkte voorliggende slikbreedte. De kliffen van Rattekaai worden door het grote slikoppervlak aan de zeezijde tegen directe afkalving beschermd, maar daar is wel een verlaging van de schorkliffen te zien, waarbij er alleen onder extreme omstandigheden (stormen) ook terugtrekking plaatsvindt.

Er zijn grote verschillen tussen de ontwikkelingen van de diverse kliffen, maar de erosiesnelheid is zowel op Rattekaai als Sint-Annaland sinds begin jaren '80 toegenomen (*Oosterlaan & Zagers (1996)*). Vooral voor Sint-Annaland geldt, dat in de periode 1991-1995 de erosiesnelheid is toegenomen ten opzichte van de vijf jaren daarvoor (figuur 6.4). Het optreden van stormen is daarbij van groot belang.

Figuur 6.3

Situering schorren in de Oosterschelde



Tabel 6.4

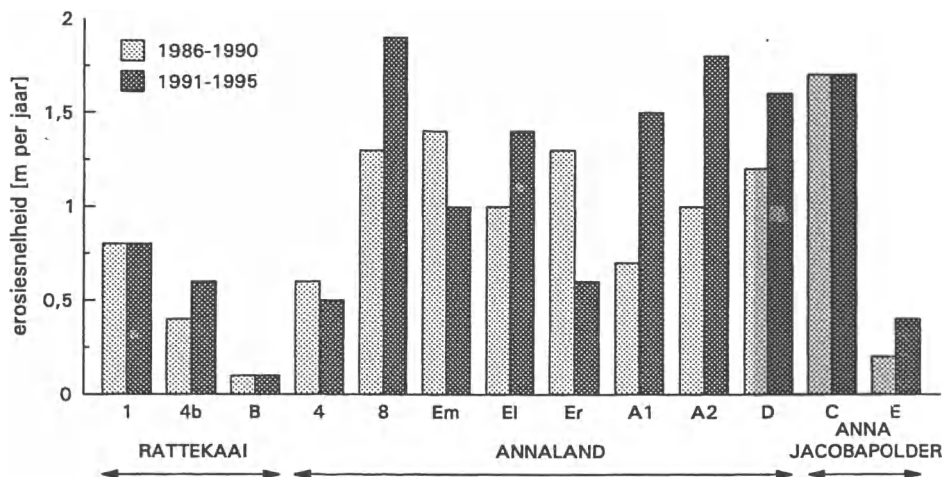
Erosie van schorkliffen in de Oosterschelde tussen 1992 en 1995 [m/jaar]

| Lokatie | Erosie | Bijzonderheden |
|---------------------|--------|--|
| Anna Jacobapolder | ± 1 | (naar Oosterlaan & Zagers (1996), tabel 5.2) |
| Dortsman-Noord | 0,5 | ophoging achtergelegen schor |
| Dortsman-Midden | 0,8 | ophoging achtergelegen schor |
| Dortsman-Zuid | 2,1 | ophoging achtergelegen schor |
| Kats A1 | 5,0 | verlaging achtergelegen schor |
| Kats B1 | 9,0 | verlaging achtergelegen schor |
| Kats B2 | 11,3 | verlaging slik |
| Krabbendijke 1 | 1,3 | beperkt klif |
| Krabbendijke 2 | - | erosie rand beperkt; wel verlaging |
| St. Annaland | ± 1,3 | (naar Oosterlaan & Zagers (1996), tabel 5.2) |
| Rattekaai 1 t/m 4 | ± 0,5 | verlaging; geen erosie rand |
| Viane 1 | - | verlaging slik; ophoging schor |
| Viane 2 | 2,9 | ophoging achtergelegen schor |
| Zandkreek | 2,5 | vervlakking schorrand |
| A. Jacobapr./ Zijpe | 10,0 | verlaging slik |

In Veilig Getij (Smaal & Boeije, 1991) was de erosie van de schorren berekend op 4 ha per jaar. Voorspeld werd, dat het netto verlies aan schorareaal voorlopig nog in onverminderd tempo zou doorgaan, en de komende 5-10 jaar (overeenkomstig bovenstaande gegevens) blijvend ongeveer 4 ha per jaar zou

Figuur 6.4

Gemiddelde erosiesnelheid van de schorkliffen in de Oosterschelde [m per jaar]



bedragen. Inmiddels is duidelijk geworden, dat de erosie in de afgelopen periode hoger is uitgevallen, namelijk ongeveer 5 à 6 ha/jaar (bepaald aan de hand van Rattekaai en Sint-Annaland).

De erosie op lokaties waar de schorrand zich niet manifesteert als een klif vertoont een sterke ruimtelijke spreiding, in tegenstelling tot de erosie bij steile kliffen. Bovengenoemde 6 ha is niet meer dan een ruwe schatting. Een nieuwe inventarisatie van het totale schorareaal met behulp van luchtfoto's zou uitsluitsel moeten geven over de werkelijke schorerrosie.

Sedimentatie

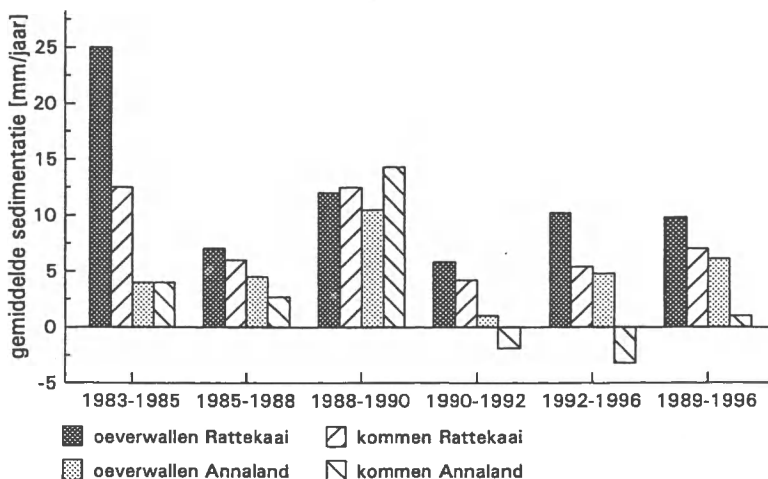
De sedimentatie op de schorren kan het beste worden geïllustreerd aan de hand van de schorren van Sint-Annaland en Rattekaai-west (figuur 6.5 en tabel 6.5). De mate waarin en de snelheid waarmee dit plaatsvindt, verschilt zowel tussen beide schorren als tussen de verschillende lokaties op de schorren. Voor beide schorren geldt, dat de grootste toename van de laagdikte (bepaald door metingen in kaolienplots) zich voordoet aan de schorrandzijde. Een dergelijke relatie kan het beste worden aangetoond op het schor bij Sint-Annaland, waar een duidelijke afname van de hoeveelheid sedimentatie kan worden waargenomen van schorrand naar dijk. De raaien van Rattekaai-west vertonen daarnaast nog een verschil in sedimentatie. In het oostelijk deel van het schor van Rattekaai verloopt de sedimentatie langzamer dan in het midden van het schor, hetgeen samenhangt met verschillen in kreekgrootte: de grote kreek in het midden van het schor versnelt de sedimentatie.

Verhoogde golfwerking onder invloed van stormen zou kunnen zorgen voor zowel een verhoogde beschikbaarheid van sediment (als gevolg van opwoeling van het voorland) als een mechanisme om dit sediment op het schor te brengen. Een eenduidige relatie met stormen is moeilijk aan te tonen vanwege het ontbreken van gegevens (metingen) tijdens en na stormen.

Ook op kleinere schaal zijn er belangrijke verschillen in sedimentatie waar te nemen. Per raai is er namelijk een groot verschil tussen de sedimentatie op de oeverwal en in de kom, waarbij de sterkste sedimentatie op de oeverwal aftreedt. Overeenkomstig de al eerder beschreven gradiënt tussen schorrand en dijk, vindt de sterkste sedimentatie op de oeverwal plaats in de buurt van de schorrand. De sedimentatie op de overgang tussen oeverwallen en kommen is al duidelijk lager, en de kommen vertonen slechts een beperkte toename van de laagdikte. De grotere helderheid van het Oosterschelde-water wijst erop, dat er de laatste jaren minder slib voorradig is. Het materiaal dat op de schorren wordt afgezet zou afkomstig kunnen zijn van schorranderosie of van verlaging van

slikken. Waarschijnlijk fungeren de slikken als belangrijke brongebieden voor de ophoging van de schorren, hetgeen een verklaring zou kunnen zijn voor het verschil in sedimentatie tussen Sint-Annaland en Rattekaai; immers, de grotere breedte van het slik bij Rattekaai kan een grotere hoeveelheid sediment leveren.

Figuur 6.5
Gemiddelde sedimentatie op de schorren
[mm/jaar]



De gemiddelde netto sedimentatiesnelheid op zowel het schor Sint-Annaland als Rattekaai is verminderd ten opzichte van zowel vóór als direct ná de afwerkperiode (tabel 6.5). De sedimentatie is zeer beperkt en speelt zich voornamelijk af gedurende de winterperioden. Op het schor van Sint-Annaland vindt op de oeverwallen nog sedimentatie plaats, maar in de kommen is de inklinking van de bodem groter dan de sedimentatie, waardoor een verlaging optreedt.

Tabel 6.5
Sedimentatie op de schorren
[mm/jaar]
NB: de periode 1985-1988
omvat de Afwerkperiode, waarin
geen sedimentatie optrad

| Periode | Rattekaai-West | | Sint-Annaland | |
|------------------------|----------------|------|---------------|------|
| | oeverwal | kom | oeverwal | kom |
| 1983-1985 ² | 25,0 | 12,5 | 4,0 | 4,0 |
| 1985-1988 ² | 7,0 | 6,0 | 4,5 | 2,7 |
| 1988-1990 ² | 12,0 | 12,5 | 10,5 | 14,3 |
| 1989-1996 ³ | 9,8 | 7,0 | 6,1 | 1,0 |

² De Jong (1993) in Oosterlaan & Zagers (1996)

³ Oosterlaan & Zagers (1996)

Experimentele verdediging van de schorrand

Ten gevolge van de Oosterscheldewerken is veel schoroppervlak verloren gegaan. Nog steeds is er een afname van ca. 5 ha per jaar. Daarom is gezocht naar maatregelen deze erosie te voorkomen of te beperken. Hiertoe is in 1992 een experiment gestart, waarbij twee constructies ter verdediging van de schorrand werden onderzocht: dammen van rijshout of wiepen (toegepast in de Westerschelde, hier niet nader beschreven) en een schorklif-suppletie met klei.

Voor de schorklifsuppletie viel de keuze op het schor Anna Jacobapolder. De motieven hiervoor waren:

- ▶ *de erosie van de schorrand was aanzienlijk, vermoedelijk door de uitvoering van de Deltawerken en door een grotere golfaanval vanwege verlaging van de vooroever.*
- ▶ *de goede bereikbaarheid van de lokatie;*
- ▶ *de lokatie was representatief voor enkele andere schorren in de Oosterschelde.*

Het aangebrachte kleipakket was 200 m lang, 8 m breed en 0,80 m dik. Voorspeld (en verwacht) werd, dat deze bescherming gedurende drie jaar zou functioneren.

De suppletie heeft aan de verwachtingen voldaan. Metingen toonden aan dat ter plaatse van het experiment de erosie van het schor was verminderd. Na anderhalf jaar was ongeveer de helft van de aangebrachte kleibeschermt verdwenen. Drie jaar na de aanvang van het experiment bleek dat de rand van het schor gemiddeld slechts enkele decimeters per jaar was geërodeerd, terwijl het resterende, niet verdedigde deel met 1 tot 3 meter per jaar achteruit was gegaan. Opmerkelijk is, dat de erosie aan de westzijde van de bescherming groter bleek te zijn dan aan de oostzijde. De oorzaak daarvan is niet geheel duidelijk. Een belangrijke factor was, dat de voet van de bescherming na drie jaar nog grotendeels intact was. Deze beschermt de onderliggende zandige laag, zodat ondermijning van het schor wordt voorkomen. De mondingen van de krekken zijn door de aanleg van het kleitalud niet beïnvloed. Een verandering in de hydrologie van het schor is daarom niet opgetreden (Storm, 1994).

Uit dit experiment kan worden geconcludeerd, dat een dergelijke verdediging, mede door het natuurlijke karakter, geschikt is voor het beschermen van de schorrand. De kosten zijn echter hoog door de hoeveelheid klei en de frequentie waarmee het moet worden aangebracht. Bovendien kan het vinden van geschikt materiaal problemen opleveren.

7. Ecologie

Achtereenvolgens komen in dit hoofdstuk aan de orde: fytoplankton, microfytobenthos, bodemdieren op slikken en platen, zeegrassen en wieren op slikken en platen, hardsubstraat-levensgemeenschappen, schorvegetaties, vogels en zeehonden.

7.1 Fytoplankton

7.1.1 Inleiding

In het plankton worden plantaardige (fytoplankton) en dierlijke (zoöplankton) soorten onderscheiden. De onderlinge relaties worden gekenmerkt door eten en gegeten worden: het (micro)zoöplankton graast vooral op de kleinere soorten van het fytoplankton, maar vormt zelf een belangrijke voedselbron voor het mesozoöplankton (in de Oosterschelde voornamelijk copepoden). Omdat gepubliceerde gegevens over het zoöplankton betrekking hebben op de periode 1982 t/m 1990 en zeer beperkt op 1995 (Bakker, 1994; Bakker en Van Rijswijk, 1994; Wetsteijn, 1997), wordt deze groep niet besproken; geconstateerd moet echter worden, dat van deze groep, die in de voedselketen direct boven het fytoplankton staat, onvoldoende informatie bestaat.

7.1.2 Soortensamenstelling

Van 1990 t/m 1995 zijn ruim 120 soorten waargenomen (Koeman *et al.* (1991, 1992); TRIPOS (1994, 1995, 1996a, 1996b)). Door de geschikte milieu-omstandigheden in de Oosterschelde zijn de voorwaarden aanwezig voor een grote diversiteit aan soorten binnen het fytoplankton. Verondersteld wordt, dat hierin door de uitvoering van de Oosterscheldewerken geen verandering is gekomen.

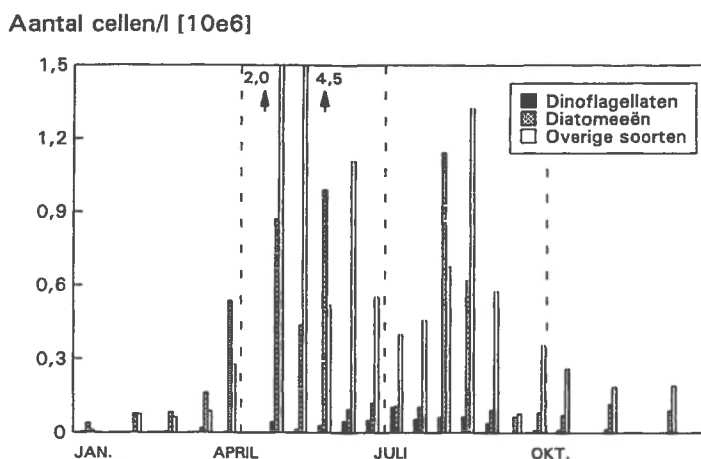
In grote lijnen worden binnen het fytoplankton drie groepen onderscheiden: diatomeeën, dinoflagellaten en overige soorten (waaronder de kolonievormende *Phaeocystis* sp.).

Gedurende het jaar is er sprake van wisselende concentraties. Tijdens het eerste kwartaal vormen de diatomeeën (vooral *Thalassiosira*- en *Chaetoceros*-soorten) de belangrijkste groep, gevolgd door de overige soorten; dinoflagellaten zijn numeriek niet van belang. Het tweede kwartaal wordt in de meeste jaren gekenmerkt door de *Phaeocystis*-bloei (met uitzondering van lokatie Zijpe, waar diatomeeën domineren), waardoor tijdens het tweede kwartaal de categorie overige soorten de belangrijkste is. In het derde kwartaal zijn de diatomeeën en de categorie overige soorten beide numeriek het meest talrijk; dinoflagellaten zijn iets talrijker geworden, maar kwantitatief nog steeds niet belangrijk. Tijdens het vierde kwartaal bestaat het aantal cellen ongeveer voor de helft uit diatomeeën, voor de andere helft uit overige soorten en in geringe mate dinoflagellaten (wederom met uitzondering van lokatie Zijpe, waar de diatomeeën domineren). Deze seizoensvariatie wordt geïllustreerd in figuur 7.1. Ruimtelijk en temporeel bestaat er verschil in de soortensamenstelling van het fytoplankton. Veel soorten vertonen seizoensvariatie; er zijn echter ook soorten die het gehele jaar voorkomen. Meer informatie over de soortensamenstelling (resultaten BIOMON-onderzoek) wordt gegeven door Wetsteijn (1997).

7.1.3 Toxische soorten en plaagalgen

In de periode 1990 t/m 1995 is een aantal toxische soorten waargenomen, waarvan de dinoflagellaat *Dinophysis acuminata* de belangrijkste is, omdat in

Figuur 7.1
Seizoensvariatie in het fytoplankton
(monding Oosterschelde, 1995)



het verleden om deze soort de schelpdiervisserij in de Oosterschelde tijdelijk stilgelegd is. In de periode 1990 t/m 1995 werd *Dinophysis acuminata* echter niet of nauwelijks waargenomen, met uitzondering van lokatie Wissenkerke (monding). De waarnemingen waren vrijwel altijd in de periode augustus-september. Met betrekking tot de schelpdiervisserij hebben zich in deze periode geen problemen voorgedaan ten gevolge van de aanwezigheid van *Dinophysis acuminata*.

De kolonievormende plaagalg *Phaeocystis* sp. is nog steeds een belangrijke soortengroep in de Oosterschelde, hoewel in mindere mate dan voorheen. Vrijwel altijd worden de maximale concentraties in de periode half april tot half mei waargenomen. Op de lokatie Zijpe zijn altijd de laagste maxima aangetroffen. Mogelijk is de stroming ter plaatse te laag, waardoor de kolonies naar de bodem zakken. Daarnaast is de wateruitwisseling (met *Phaeocystis*) met de rest van de Oosterschelde door de lange verblijftijd van het water gering. In de Monding en de Kom kwamen in de jaren 1982 t/m 1992 flinke bloeien voor, in drie jaren zelfs 's zomers. Vanaf 1993 zijn er echter op deze twee lokaties geen uitzonderlijke bloeien meer geweest. Voor de lokatie Hammen zijn minder gegevens beschikbaar; op deze lokatie zijn na 1993 de concentraties afgenomen. Het is nog niet duidelijk waarom na 1993 de maximale concentraties van de *Phaeocystis*-bloei veel lager zijn dan in de periode daarvoor.

7.1.4 Biomassa en primaire productie

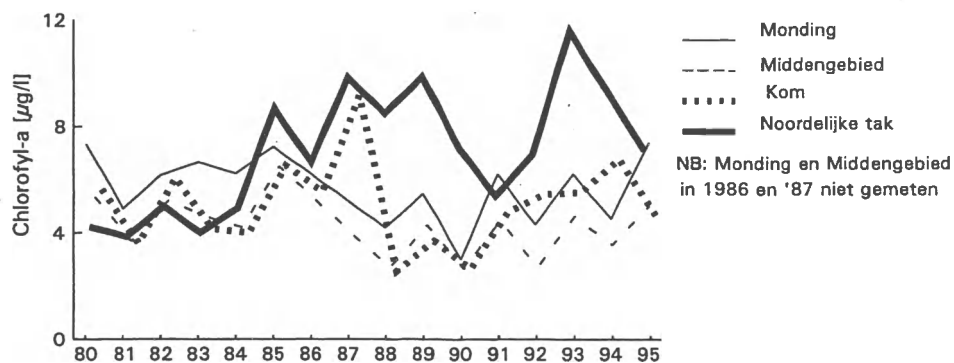
De biomassa (uitgedrukt in μg chlorofyl-a per liter) wordt regelmatig gemeten, in tegenstelling tot de primaire productie, waarvan de bepaling zeer arbeidsintensief is.

Een vergelijking van de jaargemiddelde concentraties (figuur 7.2) laat zien, dat in de periode 1980-1985 de jaargemiddelden in de monding (lokatie Wissenkerke) zo'n 30% hoger waren dan op de andere drie lokaties. Het huidige beeld (1990 t/m 1995) laat hier een afname van ca. 20% zien, terwijl in het midden-deel (lokatie Zierikzee) een afname van ca. 30% optrad. In de Kom zijn de jaargemiddelden niet veranderd ten opzichte van de eerder genoemde periode, in tegenstelling tot de Noordelijke tak (Zijpe), waar de waarden ruim 55% hoger zijn dan in 1980-1985.

De jaarlijkse primaire productie wordt voor een belangrijk deel bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten en licht. In het voorjaar (eind april/mei) is er een lichte, kortdurende fosfaatbeperking in de Kom na de bloei van *Phaeocystis*. Vervolgens is stikstof beperkend voor de groei van het fytoplankton in de periode eind juli tot begin september. Over het algemeen is silicium beperkend

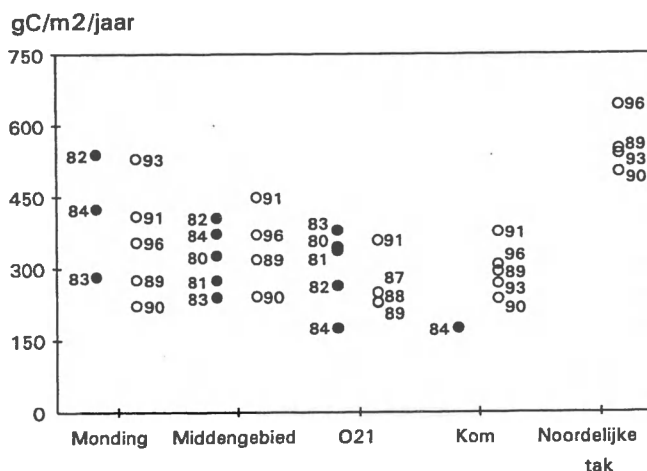
Figuur 7.2

Jaargemiddelde concentraties chlorofyl-a
NB: Van Monding en Middengebied waren voor 1986 en 1987 onvoldoende meetgegevens beschikbaar.



Figuur 7.3

Jaarlijkse kolomproductie op vijf lokaties in 1980-1984 (●) resp. 1989-1996 (○) [lokatie O21 ligt tussen Middengebied en Kom]



voor diatomeeën in de periode mei tot in oktober.

Bij een vergelijking van de primaire productie vóór en na de werken springt een aantal zaken in het oog (figuur 7.3⁴). In grote lijnen zijn er niet bijzonder veel ruimtelijke verschillen in de range van jaar(kolom)producties, met uitzondering van de noordelijke tak (Zijpe). Hier zijn de waarden beduidend hoger dan elders, evenals de chlorofyl-a-concentraties; vermoedelijk is dit het gevolg van de toegenomen helderheid en de hogere nutriëntenconcentraties (stikstof en silicium). Behalve de jaargemiddelde chlorofyl-a-concentraties zijn van de jaarproducties de extremen tussen de verschillende jaren zichtbaar gemaakt. Hieruit blijkt, dat de jaarproducties per deelgebied ná uitvoering van de Deltawerken ongeveer gelijk zijn aan de voorafgaande periode; de jaarlijkse variatie is nog steeds groot.

Indien in de bepaling van de jaarlijkse productie ook de diepte in rekening wordt gebracht (kombergingsproductie), dan is de productie per oppervlakte-eenheid in de Monding (gemiddelde diepte ca. 12 m) groter dan in de veel ondiepere Kom (gemiddelde diepte ca. 4 m).

⁴ bronnen: Vegter & De Visscher (1987), Wetsteyn & Kromkamp (1994), ongepubl. gegevens na 1990 NIOO-CEMO (J. Kromkamp). Alleen gegevens van volledig bemeten jaren zijn opgenomen.

7.2 Microfytobenthos

In deze paragraaf worden de resultaten gepresenteerd van een voorlopige analyse. In een later stadium zullen de gegevens verder worden uitgewerkt. Voor nadere informatie wordt verwezen naar *De Jong, Nienhuis & Kater (1994)* in *Nienhuis & Smaal (1994)*.

In drie van de vier onderzochte gebieden blijken de verschillen binnen de periode ná uitvoering van de Deltawerken relatief klein en leveren geen consistent beeld op (tabel 7.1). Een uitzondering hierop vormt het Verdrongen Land van Zuid-Beveland, omdat hier de waarden in de periode 1989-'90 veel hoger zijn dan in de voorafgaande en daaropvolgende periode. Deze hoge waarden worden verklaard door pieken in de biomassa in vooral het najaar van 1989. Het is aannemelijk dat deze hoge waarden moeten worden toegeschreven aan het periodiek optreden van *Vaucheria* in dit gebied (vooral in de nazomer en vroege winter). Dit groenwier is dan matvormend aanwezig en wordt dan waarschijnlijk incidenteel meebemonsterd. In verband hiermee is voor het Verdrongen Land de periode 1990-'95 genomen. Uit tabel 7.1 blijkt voorts een toename van de biomassa, met uitzondering van het Verdrongen Land. De jaargemiddelde biomassa's zijn omgerekend naar de primaire productie in de bovenste centimeter; de resultaten staan in tabel 7.2 ⁵.

Tabel 7.1

Jaargemiddelde biomassa van het microfytobenthos (in μg chlorofyl/g droog sediment) (de met een * gemarkeerde waarden betreffen de periode 1990-'95)

| periode gebied | 1981-'84 (I) | 1989-'90 (IIa) | 1991-'95 (IIb) | 1989-'95 (II) | toename I -> II |
|-------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| Roggenplaat | 7,02 | 9,65 | 10,02 | 9,83 | 1,40 * |
| Galgeplaat | 6,54 | 8,54 | 10,04 | 9,29 | 1,42 * |
| Rattekaai | 9,31 | 13,80 | 12,44 | 12,62 | 1,36 * |
| Verdrongen Land | 14,77 | 22,23 | 14,15 | 14,46 * | 0,98 * |
| Oosterschelde gemiddeld | 9,41 | 13,56 | 11,66 | 11,55 | 1,23 * |

Tabel 7.2

Jaargemiddelde biomassa (in mg chlorofyl-a/m²) en jaarlijkse primaire productie (in g C/m²/j) voor de periode voor en na gereedkomen van de stormvloedkering.

| periode gebied | jaargemiddelde biomassa | | jaarlijkse primaire productie | |
|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------------|----------|
| | 1981-'84 | 1989-'95 | 1981-'84 | 1989-'95 |
| Roggenplaat | 108,8 | 152,4 | 131,2 | 180,4 |
| Galgeplaat | 101,3 | 144,0 | 122,8 | 170,9 |
| Rattekaai | 144,3 | 195,6 | 171,3 | 229,3 |
| Verdrongen Land | 228,9 | 224,1 | 266,9 | 261,5 |
| Oosterschelde gemiddeld | 145,9 | 179,0 | 173,1 | 210,5 |

Voor de berekening van de primaire productie van de hele Oosterschelde wordt het gemiddelde van de vier bemonsterde gebieden gebruikt. Dit is echter niet geheel correct, omdat eigenlijk rekening moet worden gehouden met de aard van de verschillende gebieden qua hydrodynamische omstandigheden. Gebaseerd op een totaal oppervlak getijdengebied van 11.365 ha (zie tabel 2.1 in *Veilig Getij*), kan de totale primaire productie voor beide perioden worden berekend op 19.673 resp. 23.923 ton C/jaar. Uitgedrukt per oppervlakte-eenheid (totale oppervlakte van de Oosterschelde is 35.076 ha) bedraagt de

⁵ chlorofyl-a/m² maal 15,5; gebaseerd op een gemiddelde bodemdichtheid van 1,55 kg/m²; P = 1,13 * jaargemiddelde biomassa + 8,23; zie *De Jong et al., 1994*

primaire productie 64,8 resp. 78,8 g C/m²/j. Dit betekent een toename van ca. 22%.

Gezien de ruime onzekerheidsmarge die bij deze berekening in acht moet worden genomen, kan geconcludeerd worden, dat er geen noemenswaardige verschillen zijn in biomassa en primaire productie tussen de perioden 1989-'90 en 1991-'95. In de periode 1989-1995 zijn biomassa en primaire productie toegenomen met 22% ten opzichte van de periode vóór gereedkomen van de stormvloedkering (1981-1984).

7.3 Bodemdieren op slikken en platen

7.3.1 Inleiding

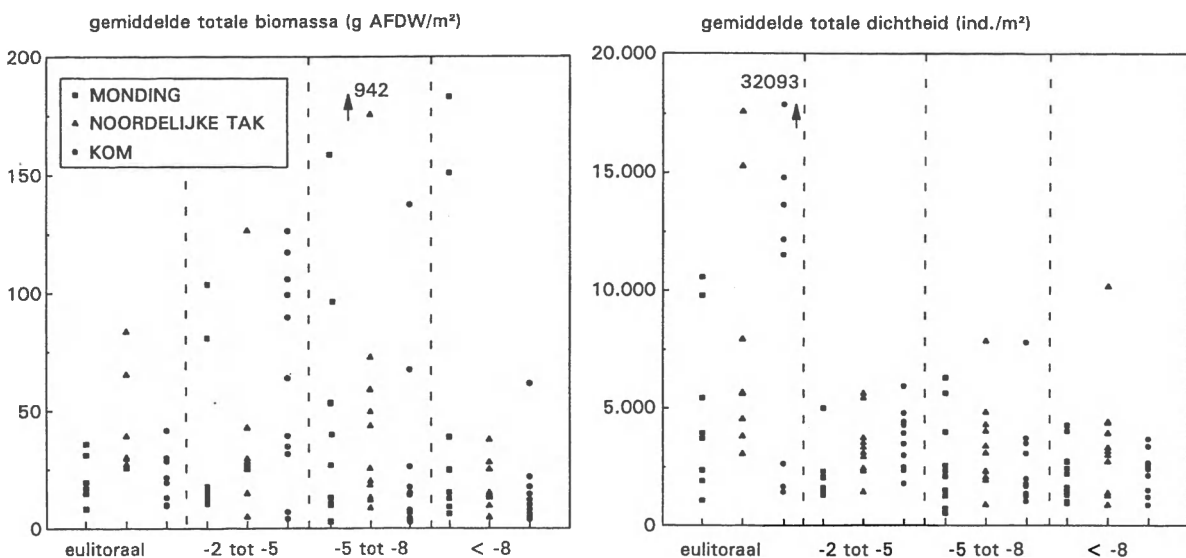
In de Oosterschelde worden sinds 1990 in drie deelgebieden bodemdieren bemonsterd. Het eerste deelgebied (plot 1) omvat de zuidelijke helft van de Roggenplaat en de geul ten zuiden ervan. Het tweede deelgebied (plot 2) omvat de geulen van de noordelijke tak van de Oosterschelde (exclusief de Krabbenkreek) en de slikken van Viane. Het derde deelgebied (plot 3) bevindt zich in de Kom van de Oosterschelde en omvat de sublitorale delen rond de Hooge Kraaijer en een deel van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland. Binnen de deelgebieden worden vier dieptestrata onderscheiden.

Van het litoraal werden alleen de data van de jaren 1992 t/m 1995 gebruikt, omdat in 1990 en 1991 een afwijkende bemonsteringsmethode werd gevolgd, die niet of moeilijk vergelijkbare resultaten opleverde. Meer informatie wordt gegeven door *Stikvoort (1997, werkdocument in prep.)*.

7.3.2 Totale biomassa's en dichtheden

In de periode 1990-1995 fluctueerden de gemiddelde dichtheden en biomassa's ruimtelijk en temporeel aanzienlijk (figuur 7.4; hierin geven de markers de afzonderlijke meetwaarden weer, waaruit de spreiding is af te lezen). Van een trend lijkt geen sprake te zijn geweest. De indruk bestaat overigens wel, dat in de Monding en de Noordelijke tak de totale biomassa's (exclusief suspensie-eters) na uitvoering van de Deltawerken een lager niveau hebben bereikt (figuur 7.5; *Stikvoort (1997) in prep.*).

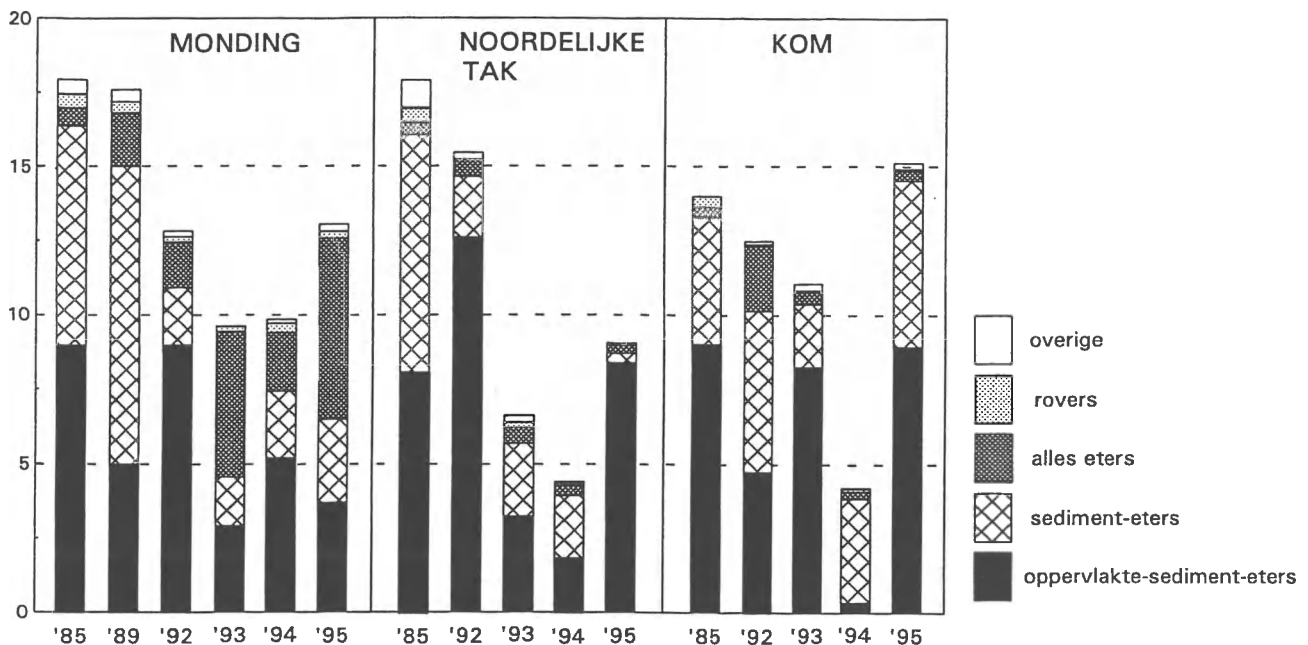
Figuur 7.4
Gemiddelde totale biomassa's en dichtheden (per deelgebied per stratum, 1990-1995).



Figuur 7.5

Gemiddelde totale biomassa's
(excl. suspensie-etters) in het najaar, op
basis van functionele groepen ('85-'95)

biomassa exclusief suspensie-etters (g AFDW/m²)



biomassa

Met name onder de laagwaterlijn traden grote fluctuaties in de biomassa op. De hoge biomassa's en grote fluctuaties werden veroorzaakt door schelpdieren, zoals mosselen (*Mytilus edulis*), halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*), Japanse oesters (*Crassostrea gigas*), zwaardschede's (*Ensis spec.*) en muiltjes (*Crepidula fornicata*). De hoogste gemiddelde biomassa's werden meestal in het ondiepe sublitoraal (-2 tot -8 m t.o.v. NAP) aangetroffen. Deze strata bevatten gemiddeld 43,2 (stratum -2 tot -5 m) en 61,8 g AFDW/m² (stratum -5 tot -8 m). Het litoraal bevatte met gemiddeld 31,1 g AFDW/m² nauwelijks meer dan het diepst gelegen stratum (27,1 g). Vergeleken met de Westerschelde is dat een afwijkende situatie. Daar is doorgaans het litoraal veel rijker dan het sublitoraal (Ysebaert & Meire (1991): litoraal ca. 25 g, sublitoraal ca. 1 tot 10 g). Ruimtelijk waren er weinig verschillen per stratum. In het litoraal vallen de Slikken van Viane op, met wat hogere biomassa's dan de andere twee plots.

dichtheden

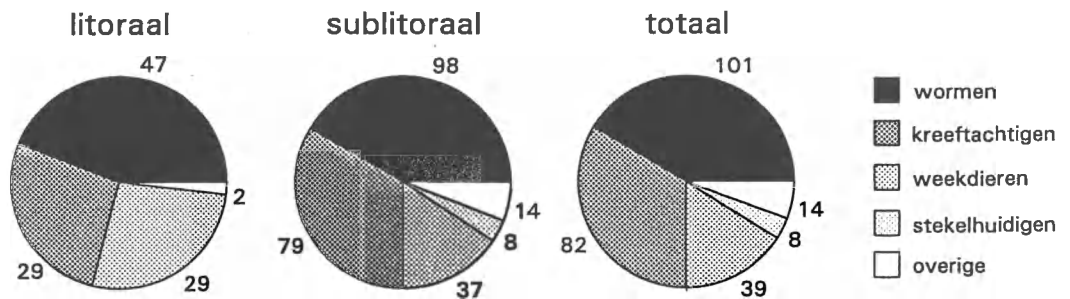
Qua dichtheden werden juist de grootste fluctuaties in het litoraal aangetroffen. Daar werden met gemiddeld ruim 9000 bodemdieren per m² duidelijk de hoogste dichtheden aangetroffen, tegen sublitoraal ca. 3000 stuks. De hoogste litorale dichtheden werden doorgaans veroorzaakt door het massaal voorkomen van het wadslakje (*Hydrobia ulvae*). Sublitoraal waren verschillende soorten verantwoordelijk voor de hoogste pieken: wadslakje, *Oligochaeta*, de zeerups *Pholoe minuta*, schelpkokerworm (*Lanice conchilega*), anemonen, de worm *Tharyx marioni*, halfgeknotte strandschelpen, Japanse oesters, muiltjes en zeerupsen (*Harmothoe spec.*). Ook hier was er geen sprake van ruimtelijke differentiatie per stratum.

7.3.3 Soortensamenstelling

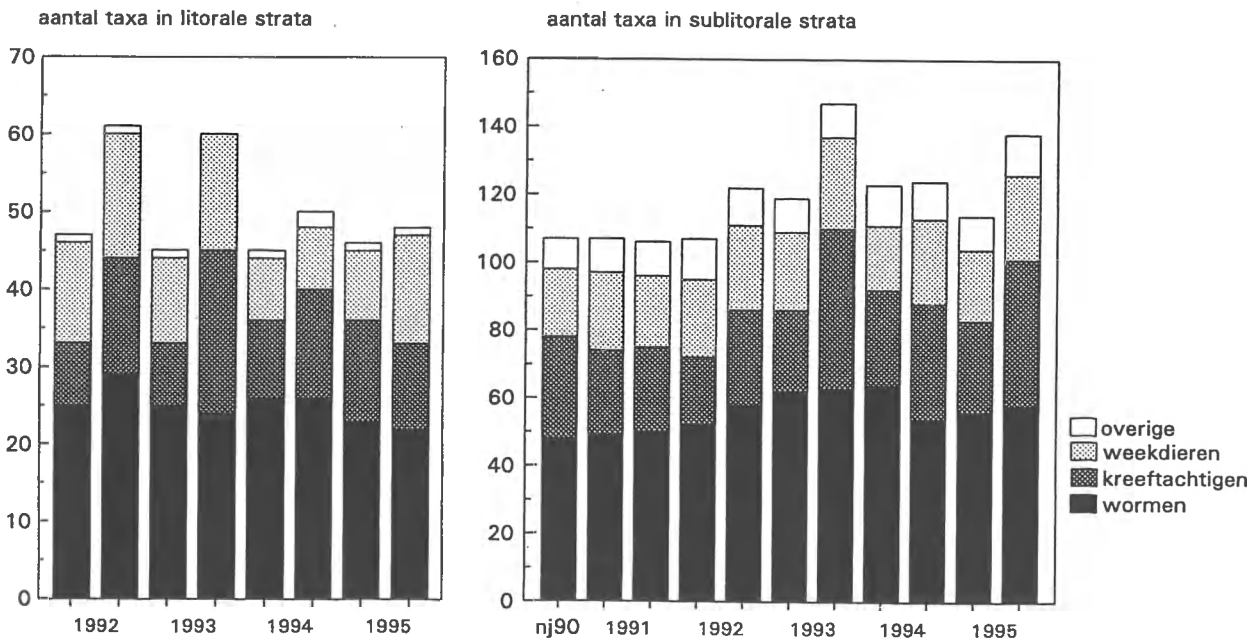
In de waarnemingsperiode werden er 236 taxa in het sublitoraal en 107 in het

litoraal aangetroffen (figuur 7.6), in totaal 244 taxa. Wormen waren met ruim 40% van het aantal soorten, zowel in het litoraal als sublitoraal, het best vertegenwoordigd. Kreeftachtigen vormen met 34% de tweede belangrijke groep, en waren in het sublitoraal iets beter vertegenwoordigd dan in het litoraal. Weekdieren zijn de derde en laatste groep van enige betekenis en maken 16% van het totaal aantal onderscheiden taxa uit. In het litoraal is deze diergroep echter relatief belangrijker, met een gelijk percentage (27%) als de kreeftachtigen. In de nota Veilig Getij wordt in het litoraal voor wormen, schelpdieren en kreeftachtigen een verhouding van ca. 2:1:1 genoemd. Hierbij ging men overigens niet uit van alle soorten, maar van de regelmatig aangetroffen soorten. De verhouding komt in elk geval nog goed overeen. In de getijdzone lijkt het aantal soorten vrij stabiel met doorgaans tussen de 45 en 50 soorten per bemonsteringsperiode (figuur 7.7). Najaar '92 en '93 springen er om onbekende redenen uit, met rond de 60 taxa. In het sublitoraal lijkt er een lichte toename van het totaal aantal aangetroffen taxa te zijn opgetreden. Deze manifesteerde zich in alle diergroepen in min of meer gelijke mate.

Figuur 7.6
Aantallen onderscheiden taxa
(vlg. biomonitoringprogramma, 1990-1995)



Figuur 7.7
Totaal aantal taxa per taxonomische groep,
litoraal en sublitoraal
(1990-1995, resp. voorjaar en najaar)



7.3.4 Functionele samenstelling

Bodemdieren kunnen voedsel op allerlei manieren tot zich nemen. Meestal beperkt een soort zich tot één wijze, sommige soorten hanteren er meerdere. De soorten kunnen dus doorgaans toegewezen worden aan een functionele (=voedingswijze) groep. De belangrijkste functionele groepen zijn oppervlakte-sediment-eters, sediment-eters, suspensie-eters (filteraars), alles-eters en rovers. In de getijdezone waren de oppervlakte-sedimenteters qua dichtheid doorgaans het beste vertegenwoordigd. Qua biomassa waren de suspensie-eters meestal veruit de belangrijkste functionele groep. Op de Roggenplaat speelden alleseters doorgaans ook een belangrijke rol. Opvallend in de onderverdeling op basis van de biomassa is, dat op de Roggenplaat (Monding) de sedimenteters geen echt belangrijke rol meer spelen sinds het gereedkomen van de Deltawerken (figuur 7.5). Ook op de Slikken van Viane (Noordelijke tak) lijken ze afgenomen te zijn. In de Kom lijkt daar geen sprake van te zijn; een verklaring hiervoor is op dit moment niet voorhanden.

In het sublitoraal werden temporeel flinke schommelingen in de onderlinge verhoudingen van de functionele groepen gevonden, vooral qua biomassa. Qua dichtheid waren doorgaans de oppervlakte-sedimenteters de belangrijkste groep, in de Monding vaak ook de filteraars.

7.3.5 Belangrijkste soorten

biomassa

Op grond van biomassa bleken de schelpdieren de dienst uit te maken in de Oosterschelde (zie tabel 7.3). Hoewel de Japanse oester slechts enkele malen in de monsters voorkwam, is de soort zo groot, dat deze qua biomassa zeer zwaar doortelde en daarom op de eerste plaats staat. Mosselen werden incidenteel, maar dan in grote hoeveelheden, in monsters aangetroffen. Het betreft hier overigens 'wilde' mosselen, want percelen worden niet bemonsterd.

Mosselbanken worden in de Oosterschelde vrijwel alleen in het sublitoraal aangetroffen. Kokkels werden vrijwel alleen in de getijdezone aangetroffen. Echt hoge biomassa's (honderden grammen AFDW per m²) werden niet aangetroffen. De halfgeknotte strandschelp werd incidenteel in flinke biomassa's aangetroffen. In grote hoeveelheden komt de soort vooral tussen NAP -2 en -8 meter voor. Opvallend is dat de soort nauwelijks in de Noordelijke tak van de Oosterschelde werd aangetroffen.

Het muiltje is ook een soort die tot het sublitoraal is beperkt. Opvallend is, dat de soort in de Monding nauwelijks werd aangetroffen, in de Noordelijke tak in beperkte mate, en in het stratum van NAP -2 tot -5 meter in de Kom haar belangrijkste verspreidingsgebied kende. Daar maakte de soort grote schommelingen door.

Van de overige top 10-soorten wisselden de biomassa's aanzienlijk; ze werden vooral in het sublitoraal aangetroffen. De gewone strandkrab is overigens een soort die met de gebruikte methode slecht te bemonsteren is.

dichtheden

Qua dichtheden traden met name wormen op de voorgrond. Op nummer 1 staat echter een weekdier, het wadslakje. Het wadslakje is een soort die voornamelijk voorkwam in de getijdezone. De soort werd in de waarnemingsperiode vooral aangetroffen op de Slikken van Viane en in de Kom. De dichtheden fluctueerden aanzienlijk en gaven pieken te zien in het najaar van 1995. Deze soort wordt in de nota Veilig Getij apart genoemd. In 1989 bleek de soort nagenoeg verdwenen te zijn. Herstel is dus opgetreden, al werd de soort op de Roggenplaat nog steeds nauwelijks aangetroffen.

Oligochaeta werden in alle plots en alle strata aangetroffen. De hoogste dichtheden traden in de getijdezone op. Bij deze diergroep fluctueerden de dichtheden aanzienlijk, maar van een trend is geen sprake.

Het wormpje *Tharyx marioni* kwam in alle plots en strata in wisselende dichtheden voor. De hogere dichtheden werden in de getijdezone en het ondiepste sublitorale stratum aangetroffen, met enkele opvallende pieken.

Ook de schelpkokerworm kwam in alle strata en plots in wisselende dichtheden

voor. Opvallend is dat de hoogste dichtheden in het sublitoraal en dan met name in de Noordelijke tak voorkwamen.

Het wormpje *Pygospio elegans* is een soort die voornamelijk in de getijdezone, maar ook in het ondiepste sublitorale stratum in wisselende dichtheden werd aangetroffen. De soort viel in het najaar van 1994 en het voorjaar van 1995 op met zeer hoge dichtheden op de Roggenplaat.

De andere top 10-soorten maakten ook grote schommelingen door en vertoonden geen zichtbare trend. De wapenworm bereikte de hoogste dichtheden in de getijdezone, maar was in het sublitoraal niet veel minder talrijk. Bij de zandzager is het juist andersom; de soort werd vooral sublitoraal aangetroffen. De vlokreeft *Urothoe poseidonis* kwam vooral in het westen voor. Zijn habitat vindt deze soort vooral in de getijdezone en het ondiepste sublitorale stratum. De draadworm kwam vooral in de twee ondiepste strata voor.

Tabel 7.3

Top 10 van soorten op grond van
biomassa en dichtheid (1990-1995)
(Stikvoort (1997), in prep.)

| rangnummer | op grond van biomassa | op grond van dichtheden |
|------------|--|--|
| 1 | Japane oester (<i>Crassostrea gigas</i>) | Wadslakje (<i>Hydrobia ulvae</i>) |
| 2 | Mossel (<i>Mytilus edulis</i>) | borstelarme wormen (<i>Oligochaeta</i>) |
| 3 | Kokkel (<i>Cerastoderma edule</i>) | worm <i>Tharyx marioni</i> |
| 4 | Halfgeknotte strandschelp (<i>Spisula subtruncata</i>) | Schelpkokerworm (<i>Lanice conchilega</i>) |
| 5 | Muiltje (<i>Crepidula fornicata</i>) | worm <i>Pygospio elegans</i> |
| 6 | Schelpkokerworm (<i>Lanice conchilega</i>) | Wapenworm (<i>Scoloplos armiger</i>) |
| 7 | Zwaardschede (<i>Ensis spec.</i>) | Zandzager (<i>Nephtys hombergii</i>) |
| 8 | Zeeklit (<i>Echinocardium cordatum</i>) | vlokreeft <i>Urothoe poseidonis</i> |
| 9 | anemonen (<i>Actiniaria</i>) | Halfgeknotte strandschelp (<i>Spisula subtruncata</i>) |
| 10 | Gewone strandkrab (<i>Carcinus maenas</i>) | Draadworm (<i>Capitella capitata</i>) |

7.4 Vlissen

In opdracht van Rijkswaterstaat heeft het RIVO gegevens ingewonnen over een aantal niet-commerciële vissoorten in de Zeeuwse Delta, waaronder de Oosterschelde (De Jong, 1997). Vergelijkbaar onderzoek is ook in de periode vóór gereedkomen van de werken uitgevoerd, waardoor eventuele veranderingen zijn vast te stellen.

Op grond van de ingewonnen gegevens is de conclusie te trekken, dat de Deltawerken in de Oosterschelde bij geen van de onderzochte soorten tot een duidelijke aantalsverandering hebben geleid. Steenbolk en zeedonderpad vertoonden in 1988 zelfs de hoogste piek sinds 1970, en de pitvis vertoont na 1986 hogere pieken in de monding dan vóór 1986. In het algemeen overheersen echter onzekerheden ten gevolge van de methodiek.

- Doordat de efficiëntie van het gebruikte vistuig verschilt voor de afzonderlijke vissoorten, zijn de gevangen aantallen geen maat voor de absolute aantallen. Bovendien hangt de efficiëntie van het gebruikte net af van omgevingsfactoren, zoals troebelheid.
- In het onderzoek is niet ieder jaar op identieke plaatsen en bij gelijke getijdedefase gevestigd.
- Er zijn soorten bemonsterd die een leefgebied hebben, dat niet goed met het gebruikte garnalennet te bevissen is (spiering, steenbolk, zeedonderpad

en botervis).

- Er is niet bemonsterd in ondiepe delen en in het intergetijdegebied.

Er blijkt nog te weinig bekend te zijn over de precieze eisen die de verschillende soorten aan hun leefomgeving stellen. De veranderingen zijn vaak zeer graduueel en het aantal mogelijke factoren is door de complexiteit van het ecosysteem zeer groot.

7.5 Zeegrassen en wieren op slikken en platen

7.5.1 Inleiding

Op de zachte substraten (platen en slikken) komen drie belangrijke categorieën macrofytobenthos voor: zeegrassen (Groot zeegras- *Zostera marina* en Klein zeegras- *Z. noltii*), groenwieren (waaronder zeesla- *Ulva spec.*, darmwier- *Enteromorpha spec.* en draadwier- *Chaetomorpha spec.*) en blaaswier- *Fucus vesiculosus* (een bruinwier).

7.5.2 Zeegras

In de afgelopen 20 jaar is het zeegras in de Oosterschelde, evenals in andere Nederlandse wateren, voortdurend achteruit gegaan in areaal, met name het Klein zeegras (zie tabel 7.4). In de periode 1986-1988 (de zgn. 'afwerkperiode') was er in de Zandkreek, evenals bijv. op de Galgeplaat, sprake van een kortstondige opleving. Maar in andere gebieden, waaronder de Krabbenkreek, was er juist sprake van een versnelde achteruitgang; in sommige gevallen verdween het zeegras bijna. Behalve achteruitgang in areaal is er ook sprake van lagere dichtheden binnen de nog aanwezige velden. Deze ontwikkeling komt overeen met die in andere Nederlandse wateren.

In de huidige situatie komt zeegras alleen nog van betekenis voor in de Zandkreek, de Dortsman, de Krabbenkreek (noordzijde), het Verdrongen Land (met name bij Yerseke) en bij Kats. Kleine oppervlakten worden aangetroffen op de lokaties Viane, Mastgat, Roggenplaat, Kattendijke en Noordbout, terwijl het meer sporadisch wordt aangetroffen op de Plaat van Oude Tonge, de Galgeplaat en de Tarweplaat.

Tabel 7.4
Oppervlakte zeegrassen [in ha]

| Gebied/ jaar | 1977 | 1984 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1994 | 1995 |
|----------------------|--------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Zandkreek | 115 | 84 | 98 | 91 | 102 | 71 | 48 | 42 | 29 | 26 | 18 |
| Krabbenkreek | 250 | 135 | 68 | 67 | 50 | 11 | 20 | 10 | 7 | ? | 7 |
| Oosterschelde-totaal | ± 1000 | ± 500 | | | | | ± 250 | | | | ± 60 |

Tot en met 1984 kwam zeegras voor in het midden en hoge deel van het intergetijdegebied en op diverse substraten: klei, zand en schelpenrijk zand. Het momenteel nog aanwezige zeegras komt vooral voor in het middendeel van de intergetijdezone en in geconsolideerde bodems, waaronder oude kleibanken (voormalige schorren) en schelpenrijk zand. Alleen op de Roggenplaat komt (Groot) zeegras voor in laaggelegen voormalige mosselpercelen (rond gemiddeld laagwater aan het uiteinde van de Pijpen). Opmerkelijk is dat zeegrassen vooral voorkomen in de omgeving van gemalen en andere plaatsen waar zoet water het systeem binnenkomt. Verder is het opmerkelijk dat het zeegras zich niet of slechts moeizaam herstelt van "aanslagen", zoals verstikking door veek (vooral in de Zandkreek) of kokkelvisserij (ca. 1990 in de Krabbenkreek).

7.5.3 Groenwieren

Groenwieren hebben in principe een vast aanhechtingspunt (hard substraat) nodig. Op de platen en slikken fungeren hiertoe schelpen, waaronder dode schelpen, maar ook levende mosselen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen autochtone en allochtone groenwieren. Autochtone wieren groeien ter plaatse, terwijl de laatste groep losgeslagen en lokaal opgehoopte wieren betreft (veek).

Het voorkomen van groenwieren is variabel, maar in het algemeen is sprake van een toename. Het oppervlak autochtone groenwieren, m.n. darmwieren, is in diverse gebieden toegenomen (Roggenplaat en Galgeplaat); dit hangt waarschijnlijk samen met lagere stroomsnelheden boven de slikken en platen. Het oppervlak autochtoon zeesla daarentegen is beduidend afgenomen (Zandkreek, Roggenplaat en Galgeplaat), als gevolg van het grotendeels verdwijnen van de litorale mosselpercelen. Opmerkelijk is het op grote schaal voorkomen van nopjeswier (*Vaucheria spec.*) op delen van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland. Opvallend is tevens, dat er op de lokaal rijkelijk aanwezige oesterschelpen doorgaans weinig tot geen groenwieren voorkomen. Er zijn geen aanwijzingen dat er een relatie bestaat tussen het voorkomen van groenwieren en dat van zeegrassen.

Een belangrijk deel van de gekarteerde groenwieren betreft allochtone planten. Vooral van de (sublitorale) mosselpercelen komen veel allochtone groenwieren los, met name zeesla. Het gekarteerde oppervlak van deze allochtone groenwieren kan van jaar tot jaar sterk verschillen, maar de indruk bestaat, dat er geen afname is. Er is lokaal sprake van meer veek in het getijdengebied, meer dan voorheen het geval was (Zandkreek). Dit is waarschijnlijk het gevolg van het kleinere getijverschil, waardoor de wieren langer op het voorliggende slik blijven liggen voordat ze op de dijk terechtkomen. Het ecologische effect is het al eerder genoemde verstikken en afsterven van zeegras wanneer dit in een zeegrasveld plaatsvindt. Voorts kunnen ook bodemdieren sterven en kunnen kleine gereduceerde (zuurstofloze) plekken in de bodem ontstaan, de zogenaamde zwarte vlekken. Dit laatste gebeurt echter op een veel kleinere schaal dan in de Waddenzee.

7.5.4 Bruin- en roodwieren

De belangrijkste bruin- en roodwieren zijn Blaaswier (*Fucus vesiculosus*) en Knoopwier (*Gracilaria verrucosa*), waarvan de eerste de hoogste dichtheden bereikt. Blaaswier komt met name voor op mosselschelpen in mosselpercelen. Aangezien er sinds ca. 1987 bijna geen litorale mosselpercelen meer in gebruik zijn en er ook geen "natuurlijke" mosselbanken van betekenis zijn, is deze soort bijna van de litorale platen en slikken verdwenen. Opmerkelijk is dat de wel rijkelijk aanwezige oesterschelpen ("creuses") weinig begroeid zijn met Blaaswier. Knoopwier is een nieuwkomer in het litoraal. Voorheen kwam hij wel voor onder de laagwaterlijn, maar op de platen en slikken in de Oosterschelde was het een zeldzame verschijning. Sinds ca. 1988 is deze soort echter ook regelmatig aanwezig in het litoraal, hoewel nooit in substantiële bedekkingen (altijd <1% bedekking). Opmerkelijk is dat deze uitbreiding naar het litoraal zich in dezelfde periode ook heeft voorgedaan in de Waddenzee. Een verklaring hiervoor is niet bekend.

7.6 Hardsubstraat-levensgemeenschappen

De begroeiing op dijken en (onderwater-) bestortingen in de Oosterschelde is zeer soortenrijk en ecologisch gezien bijzonder te noemen. Het ontbreken van sterke branding, slib- en zandrijk water en wisselingen in het zoutgehalte hebben hiertoe bijgedragen (Meijer & Van Beek, 1988).

7.6.1 Litoraal

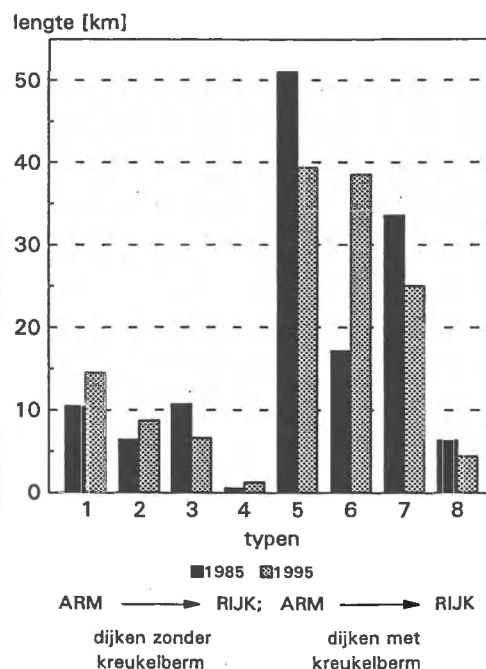
Voor deze paragraaf is gebruik gemaakt van Van Berchum & Meijer (1997).

Op de glooiing is het areaal van de levensgemeenschap van korstmossen (*Lichenes*) toegenomen, resulterend in een groter begroeid oppervlak. In grote mate afgenomen zijn de levensgemeenschappen van groefwier (*Pelvetia canaliculata*) en, lager op de glooiing, knotswier (*Ascophyllum nodosum*). Het aantal taxa (ca. 70) is niet afgenomen, maar veel soorten worden minder algemeen aangetroffen. Het betreft vooral kleinere wieren en enkele diersoorten. Er zijn echter ook een paar soorten veel algemener geworden: twee soorten moswieren en de paardeanemoon (*Actinia equina*). Darmwieren (*Enteromorpha spec.*) zijn toegenomen, wat indicatief is voor milieu-instabiliteit. Genoemde ontwikkelingen zijn te relateren aan de getijreductie en het beheer in het betreffende decennium. Het vullen van de ecologisch interessante spleten en holten tussen de stenen (gietasfalt, beton) en het toepassen van een vrijwel gesloten constructie van betonblokken en Haringmanblokken heeft de kansen voor veel soorten verkleind.

De Japanse oester is inmiddels een zeer algemene verschijning en heeft zich het laatste decennium vanuit het lage deel uitgebreid tot het midden van de getijdzone. Gezien de beperkte bedekking vormt de soort slechts lokaal een oester-levensgemeenschap.

De veranderingen in de arealen levensgemeenschappen en de diversiteit komen tot uitdrukking in de ecologische waardering die aan dijkvakken is toegekend. Aan ruim 70% van de begroeide harde kust is een lage ecologische waardering toegekend (figuur 7.8). Deze lengte is met ca. 10% toegenomen ten opzichte van medio jaren '80. Het overige deel is beter begroeid, hoewel slechts een zeer klein deel (4 à 5%) de hoogste waardering krijgt. Redelijk ontwikkelde levensgemeenschappen zijn op ca. een kwart van de kustlengte te vinden, terwijl dit voorheen een derde was (afname met 10%). Hieruit volgt, dat het aandeel van ecologisch minder waardevolle dijkvakken is toegenomen ten koste van redelijk begroeide dijken. Het percentage dijkvakken met rijk ontwikkelde levensgemeenschappen is ongeveer gelijk gebleven. Een relatief groot deel van de ecologisch waardevolle dijken wordt gevonden op Tholen, Zuid-Beveland en Schouwen-Duiveland, terwijl in de laatste twee deelgebieden ook grote potenties liggen, wanneer het dijkbedekingsmateriaal wordt aangepast.

Figuur 7.8
Ecologische waardering in 1985 resp. 1995



7.6.2 Sublitoraal

In onderstaande tekst is gebruik gemaakt van *Van Moorsel (1996)* en

AquaSense (1996); slechts in bepaalde gevallen wordt hiernaar verwezen.

Het belangrijkste onderscheid in levensgemeenschappen in de Oosterschelde wordt gevormd door de aanwezigheid van wieren. In een zone tot ca. 3 m beneden de laagwaterlijn domineren de wieren, daaronder dierlijke organismen. In de fotische zone (waar zonlicht doordringt) komen o.a. dieren voor, die fourageren op de wieren, waaronder de naaktslak *Elysia viridis* en de gewone alikruik (*Littorina littorea*).

Door de uitvoering van de Deltawerken zijn diverse factoren in het watersysteem gewijzigd. Van belang voor de sublitorale hardsubstraat-levensgemeenschappen zijn afname van stroming, zoetwater-belasting en nutriënten-aanbod. Behalve effecten ten gevolge hiervan traden veranderingen op door klimatologische omstandigheden. Enerzijds sterven sommige organismen bij lage wintertemperaturen, anderzijds bepaalt de zomer-temperatuur het voorkomen van bepaalde soorten. Andere soorten kunnen op hun beurt profiteren van de vrijgekomen ruimte. Deze variatie treedt frequent op.

In de fotische zone is het aantal soorten tussen 1991 en 1995 afgenomen, behalve in het Zijpe. Een vergelijking tussen de totale bedekking van de sessiele fauna (exclusief tweekleppigen) en de bedekking van de brokkelster (in bepaalde jaren massaal voorkomend) leverde geen negatief verband op (Van Moorsel, 1996). Naast een ontwikkeling in de diversiteit zijn er jaarlijks variaties in de samenstelling van de levensgemeenschappen. In de diepere delen is er echter altijd wel een levensgemeenschap die de gehele periode aanwezig blijft. Volgens *AquaSense* (1996) is er hier sprake van een stabilisatie in de levensgemeenschappen.

De levensgemeenschappen in de monding contrasteren duidelijk ten opzichte van de overige delen. De geëxponeerde lokatie Schelphoek wordt gekarakteriseerd door diersoorten met uitwendige filtratiemechanismen, zoals de zeeanjer (*Metridium senile*) en haringgraat (*Halecium halecinum*). Ook de hoefijzerworm (*Phoronis hippocrepia*) en mosdiertjes, zoals de slangecepoliep (*Anguinella palmata*) en hoorncepoliep (*Bugula plumosa*) komen in het bijzonder hier voor. Op beschutte lokaties landinwaarts met lage stroomsnelheden (waaronder het Zijpe) zijn diersoorten met inwendige filtratie algemener (figuur 7.9), zoals manteldieren (waaronder de doorzichtige zakpijp *Ciona intestinalis* en de ruwe zakpijp *Ascidella aspersa*) en het muiltje (*Crepidula fornicata*). De levensgemeenschappen vertonen hier meer en meer gelijkenis met het stagnante Grevelingenmeer. Opvallend is het verschijnen van de noordzeekrab (*Cancer pagurus*) in 1990 bij het Zijpe. Vermoedelijk heeft de afname van de zoetwaterbelasting de komst mogelijk gemaakt.

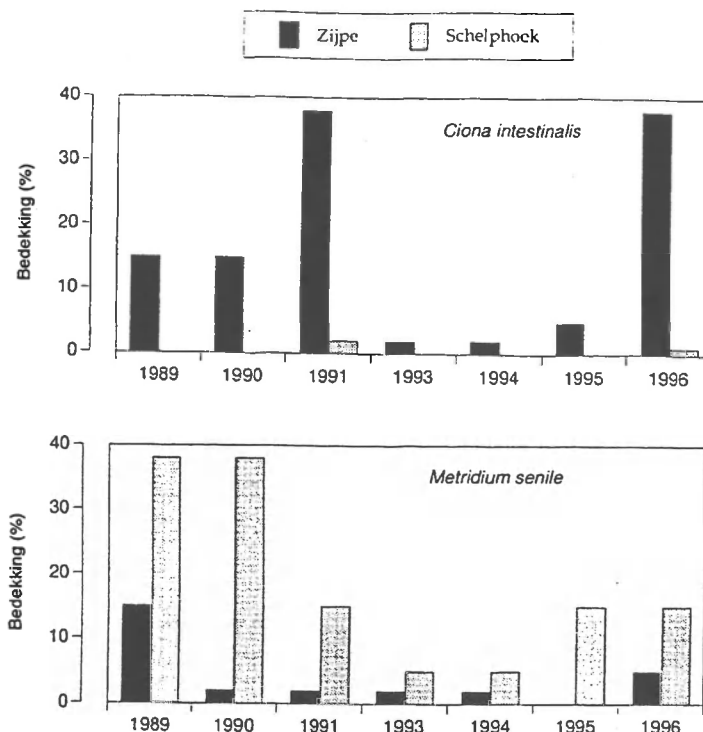
Van Moorsel (1996) oppert, dat de lage bedekking van typische filterfeeders (zakpijpen en sponzen) zou kunnen duiden op een vermindering van het nutriëntenaanbod. Mogelijk speelt de Japanse oester als filterfeeder daarbij een rol als concurrent. Hij sluit echter niet uit, dat ook hoge zomertemperaturen en een verlaagd zoutgehalte in 1994-1995 de oorzaak kunnen zijn. Een tweede groep van indicatorsoorten voor nutriëntenrijke wateren zijn groenwieren. Veranderingen in de aanwezigheid van zeesla-soorten, goede indicatoren in dit verband, wijzen niet op een tekort aan nutriënten.

De Japanse oester (*Crassostrea gigas*), een geïntroduceerde soort, is in de Oosterschelde sterk gaan domineren. Anno 1995 is het algemene beeld, dat de soort ondiep weer wat afneemt, maar diep nog steeds toeneemt. Een hoge bedekking door deze oester heeft een grote invloed op de rest van de levensgemeenschap:

- a) de schelpen vormen een nieuw type hard substraat;
- b) de oesters veroorzaken een vertraging van de waterstroom, waardoor sedimentatie plaatsvindt;
- c) er ontstaan kleine holten tussen de schelpen (waarvan o.a. het ruig

Figuur 7.9

Bedekking van karakteristieke soorten in Zijpe en Schelphoek (Van Moorsel, 1996)



krabbetje *Pilumnus hirtellus* dankbaar gebruik maakt);

- d) door de activiteit van *C. gigas* als filterfeeder kan de helderheid van het water lokaal toenemen.

Van Moorsel (1996) constateert echter, dat met de opkomst van deze soort de westelijk gelegen lokaties Schelphoek en Zuidbout een sterke daling van de diversiteit vertonen. Het lijkt er op, dat de diversiteit daalt bij hoge dichtheden van de Japanse oester.

7.7 Schorvegetaties

De hier beschreven resultaten zijn gebaseerd op onderzoek op ca. 25 raaien op de schorren van Rattekaai en St. Annaland en op algemene veldobservaties. De resultaten uit de vegetatiekartering van 1995/'96 komen in 1997 beschikbaar en zijn te laat voor deze rapportage. De veranderingen tijdens en na aanleg van de stormvloedkering zijn beschreven door De Jong (1993).

De laatste ontwikkelingen op de schorren zijn vergelijkbaar met de ontwikkelingen in de eerste jaren na gereedkomen van de stormvloedkering. Op de schorren in de Kom (Rattekaai, Stroodorpepolder) is de vegetatie voortgaand eenvormig ontwikkeld, waarbij slechts een of twee soorten domineren (zie figuur 7.10). Nadat de oorspronkelijke vegetatie (1984) door droogte en vorst grotendeels was afgestorven, volgde een sterke uitbreiding van Strandkweek (*Elymus pycnanthus*) op de oeverwallen en in de hogere kommen en Gewone zoutmelde (*Halimione portulacoides*) op de lage oeverwallen en in de meeste kommen. Recent is Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*) weggedrukt door Gewone zoutmelde. In de laagste kommen kan Engels slijkgras (*Spartina anglica*) zich de laatste jaren redelijk handhaven. Van de vroeger regelmatig voorkomende soorten als Zeealsem (*Artemisia maritima*), Roodzwenkgras (*Festuca rubra*), Schorrezoutgras (*Troglodchin maritima*), Lamsoor (*Limonium vulgare*), Zeeweegbree (*Plantago maritima*), Zulte (*Aster tripolium*) en Zeekraal (*Salicornia europaea*) komt alleen Lamsoor nog regelmatig voor en dan alleen op plaatsen waar hij vroeger ook al stond. De soort is bij uitstek in staat om zich nog lang onder minder gunstige omstandigheden te handhaven, o.a. omdat de planten zeer oud kunnen worden.

De toename van de diversiteit heeft zich voortgezet op de schorren in het noord-oostelijk deel (St. Annaland, Anna-Jacobapolder). De laagste kommen met alleen Engels slijkgras, een soort die na een sterke afname door vorst in 1987 weer herstelde, zijn soortenrijker geworden (raai 47); Zoutmelde heeft zich op de laagste oeverwallen gevestigd (1991). In de hogere delen (raai 41) heeft zich een verschuiving voorgedaan van de oeverwal richting kom, echter met behoud van de soortenrijkdom. Op de hoogste oeverwallen is Strandkweek gekomen. Of deze soort zich hier, evenals in de Kom van de Oosterschelde, nog verder ontwikkelt benedenwaarts is nog niet duidelijk. Soorten die in de Kom grotendeels zijn verdwenen hebben zich in het noordoosten juist goed kunnen handhaven en zijn zelfs vaak uitgebreid. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in het feit, dat door de aanleg van de Volkerakdam in 1970 de hoogwaterstanden ter plaatse ca. 20 cm zijn gestegen, waardoor het schorrelatief lager kwam te liggen. Deze 'verdrinking' heeft geleid tot een verjonging van de schorvegetatie. Later is door de aanleg van de stormvloedkering het schor weer relatief hoger komen te liggen.

De zeegroenten die vroeger op de meeste schorren gesneden konden worden en die in de eerste jaren na gereedkomen van de stormvloedkering sterk waren toegenomen (Zeekraal en Zulte), zijn inmiddels (volgens verwachting) in de meeste gebieden grotendeels zo niet geheel verdwenen. De schorren blijken door hoogteligging en voortgaande successie niet meer geschikt te zijn voor een massaal voorkomen van deze soorten.

Vorming van jonge schorren is nauwelijks geconstateerd; alleen langs de dijk komt lokaal wat Engels slijkgras voor, bijv. op de Slikken van de Dortsman, slikken bij Kattendijke en de Zandkreek (zuid). Dit weegt echter niet op tegen het grotendeels of geheel verdwijnen in andere gebieden, waaronder Plaat van Oude Tonge en Zandkreek (noord, Katse Plaat).

7.8 Vogels

7.8.1 Inleiding

Het Nederlandse Deltagebied is van grote betekenis als broedgebied, doortrek- en overwinteringsgebied voor vogels. Na de Waddenzee is het veruit het belangrijkste gebied in Noordwest-Europa. Van drie soorten komt 5% of meer van alle Nederlandse broedparen in de Oosterschelde voor, waaronder de kwetsbare pioniersoorten Strandplevier en Dwergstern. Van alle andere soorten zit minimaal 1% van de landelijke populatie in de Oosterschelde. Van de Kluut en de Visdief zijn de aantallen in de Oosterschelde meer dan 1% van de internationale populatie.

Het Deltagebied vormt een belangrijke schakel in de keten van waterrijke gebieden (wetlands) langs de Oost-Atlantische trekroute. Deze route wordt gebruikt door trekvogels die broeden in een gebied dat zich uitstrekt van Canada tot Centraal-Siberië en die overwinteren tussen West-Europa en West-Afrika. Binnen het Deltagebied is de Oosterschelde altijd één van de belangrijkste gebieden voor watervogels geweest. Over de laatste vijf winters overschrijden liefst 16 soorten de zgn. internationale 1%-norm (*Meininger et al., 1997b*). Het algemene beeld van de temporele ontwikkeling lijkt ook zeer positief, hoewel deze toename ná het dieptepunt direct na voltooiing van de Oosterscheldewerken optrad (*Schekkerman et al., 1994*).

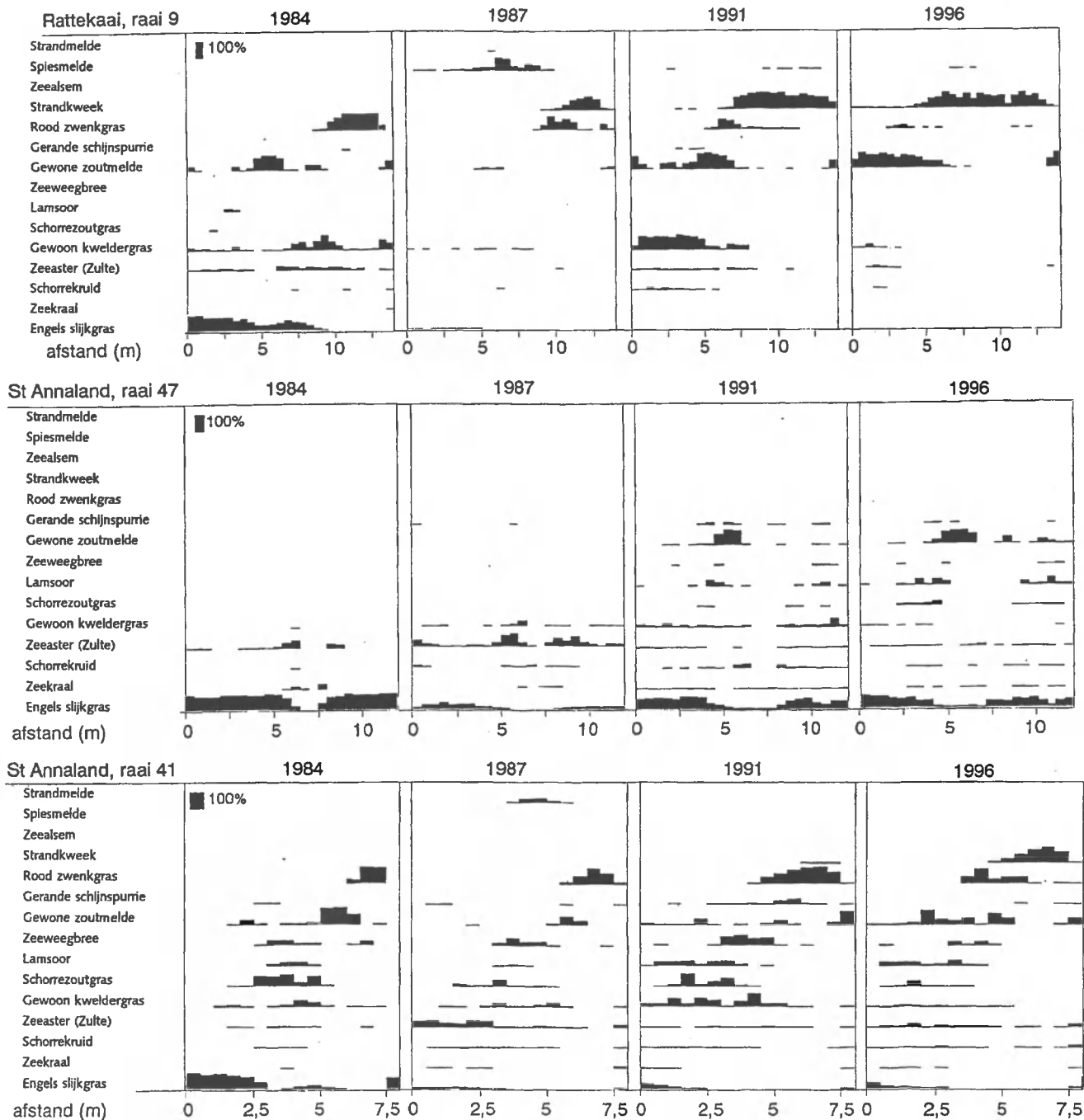
De uitvoering van de Deltawerken veroorzaakte ingrijpende veranderingen, waardoor in het Krammer-Volkerak 50 km² intergetijdegebied verloren ging (het totaaloppervlak was 170 km²). De veranderingen in de vogelstand zijn beschreven door *Meininger (1992)*, *Meire et al. (1994)* en *Schekkerman et al. (1992, 1994)*. Bovendien verdween 6 km² (3%) intergetijdegebied in de resterende Oosterschelde als gevolg van afname van het getijverschil met 0,45 m. De oppervlakte van het resterende intergetijdegebied bedroeg in 1987 114 km².

Figuur 7.10

Vegetatieprofielen van Rattekaai en St. Annaland

In de figuur wordt de bedekking van de betreffende soorten weergegeven, zoals die langs een raai is waargenomen. Ieder blokje geeft 50 cm van het transect weer; de hoogte is een maat voor het percentage bedekking van de betreffende soort. Rattekaai is representatief voor de Kom, St. Annaland voor de Noordelijke tak.

- ▶ De bovenste figuur van Rattekaai laat de begroeiing op een raai zien met links een kom en rechts een oeverwal;
- ▶ De middelste figuur van St. Annaland illustreert een middelhoge raai, met eveneens links een kom en rechts een oeverwal;
- ▶ De onderste figuur van St. Annaland illustreert een lage raai met links en rechts een kom en in het midden een kleine kreek.



Behalve de zeer ingrijpende veranderingen ten gevolge van de Deltawerken heeft zich in de periode na 1987 in de resterende Oosterschelde een aantal minder ingrijpende veranderingen voorgedaan. Voor een deel gaat het hier om indirecte effecten van de aanleg van Stormvloedkering en compartimenteringsdammen (bijv. erosie van slikken en platen), voor een ander deel om veranderingen in menselijk gebruik (bijv. schelpdiervisserij en -kweek; recreatie) en om inrichtingsmaatregelen (natuurontwikkeling).

Voor deze tekst is gebruik gemaakt van een uitgebreide analyse van de vogelstand in de Oosterschelde, die speciaal voor deze bekkenrapportage is opgesteld (Meininger et al., 1997b). Voor een beschrijving van organisatie, methoden en resultaten van watervogeltellingen in de zoute Deltawateren sinds juli 1987 wordt verwezen naar Meininger et al. (1994, 1995a, 1996a en 1997a). Resultaten van de inventarisaties van kustbroedvogels in het Deltagebied zijn sinds 1979 jaarlijks gepubliceerd door Meininger et al. (1996b).

7.8.2 Pleisterende watervogels

Belangrijke functies van een wetland voor pleisterende watervogels zijn het ruien, rusten en foerageren. Een indeling binnen de pleisterende watervogels die gebaseerd is op het type voedsel waarop gefoerageerd wordt, maakt het mogelijk relaties te leggen met andere biota in het watersysteem. In het onderstaande wordt een beschrijving gegeven van viseters, planteneters en bodemdiereneters; bij deze laatste groep wordt onderscheid gemaakt tussen eenden en steltlopers.

Bodemdieren-eters

De belangrijkste voedselgroep in de Oosterschelde is zonder twijfel die van de bodemdieren-etende steltlopers (figuur 7.11). Voor deze soorten zijn veranderingen in dichtheid, biomassa en samenstelling van de bodemdieren van belang, evenals veranderingen in oppervlakte en ligging van het intergetijdegebied. De biomassa in het litoraal bestaat voornamelijk uit wormen (Annelida) en schelpdieren (Mollusca) (Stikvoort, 1997), voor steltlopers de belangrijkste voedselorganismen. In de dichtheden van de belangrijkste soorten in deze groepen zijn geen duidelijke temporele ontwikkelingen zichtbaar (1992-1995). Vooralsnog wordt er hier vanuit gegaan dat de biomassa van het voedselaanbod voor steltlopers op de droogvallende platen niet wezenlijk veranderd is na 1992. In het najaar van 1997 wordt een rapportage verwacht over de effecten van de schelpdiervisserij op de vogelstand.

Voor steltlopers is het van belang gedurende een voldoende lange periode rond laagwater te kunnen foerageren. Verlies van de hoger gelegen delen kan dus niet zondermeer worden opgevangen door winst in lager gelegen delen. Dit betekent dat verlies van fourageergebied bij gelijkblijvende bodemdierendichtheden leidt tot een geleidelijke afname van de mogelijkheden voor steltlopers. Deze afname is relatief het sterkst in de Monding. In absolute zin is de afname in het Middengebied waarschijnlijk van grotere betekenis. In de Noordelijke tak is eveneens sprake van afname. Slechts in de Kom (sector oost) is sprake van enige toename van beschikbaar intergetijdegebied voor steltlopers.

Van de bodemdieren-etende eenden die hun voedsel duikend bemachtigen is alleen de Brilduiker in grote aantallen in de Oosterschelde aanwezig. Het lijkt aannemelijk dat de toename van deze soort gerelateerd is aan de toename van de oppervlakte sublitorale mosselpercelen. Ook zou er sprake kunnen zijn van toenemende broedval op deze percelen, hetgeen ook leidt tot meer voor Brilduikers geschikte kleinere mosselen. Bergeend en Pijlstaart zoeken hun dierlijke voedsel in het intergetijdegebied. Beide soorten vertonen een toename in het voorjaar. Hiervoor is geen verklaring te geven.

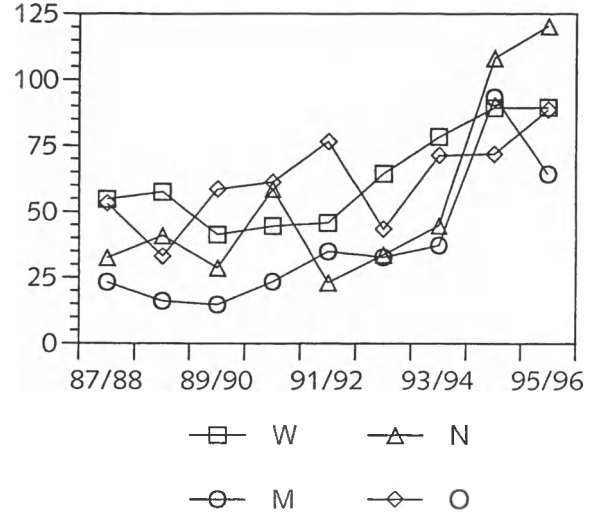
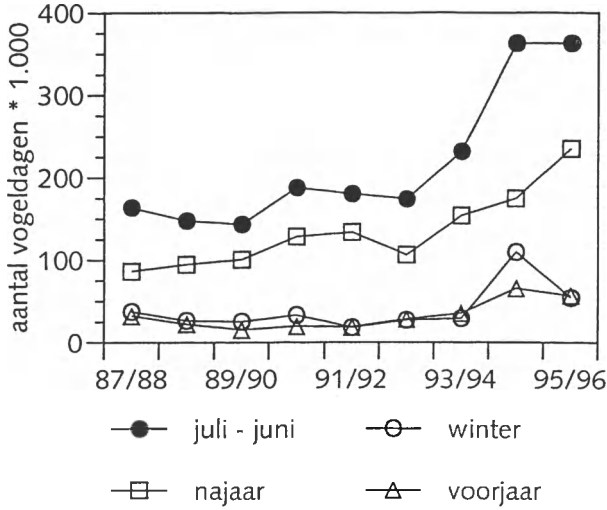
Planteneters

Voor veel planteneters zijn vooral de binnendijkse randgebieden van groot belang als foerageergebied, zodat de veranderingen in aantallen minder nauw

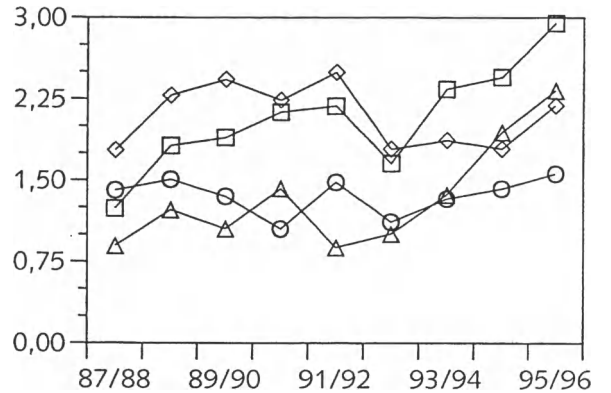
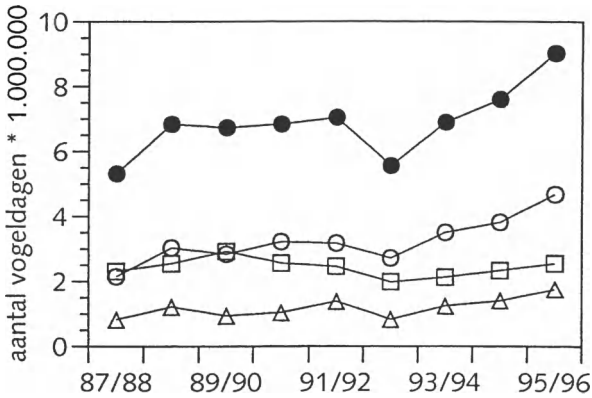
Figuur 7.11

Pleisterende watervogels (1987-1996)
 [een vogeldag is één dag door een vogel
 in een gebied doorgebracht en geeft in
 feite de bezoekdruk weer]

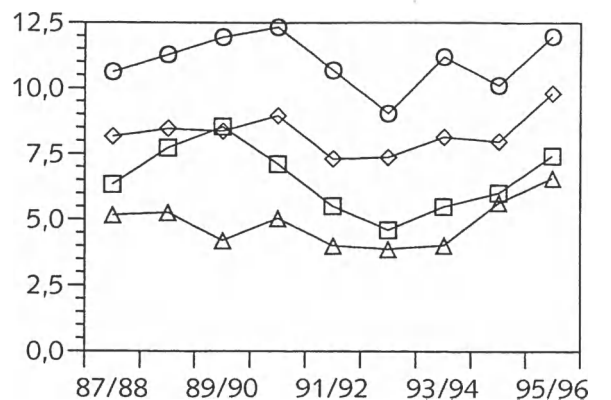
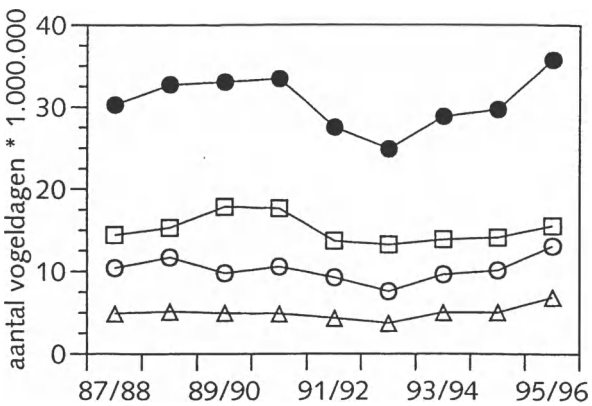
viseters



planteneters



bodemdier-eters



De talrijkste steltloper in de Oosterschelde is de **Scholekster**, die echter sterk in aantal is afgenomen (met name in het westelijk deel). In de Oosterschelde is de Scholekster vooral een kokkel-eter, mede door het vrijwel geheel verdwijnen van de litorale mosselpercelen. Er zijn echter ook in de beschikbaarheid van kokkels grote veranderingen opgetreden. Het lijkt er sterk op dat deze veranderingen in het aanbod van kokkels de afname van Scholeksters bepaald hebben: de afname is ingezet in de winter 1989/'90 en trad vooral op in de Monding en het Middengebied. Illustratief hierbij is de constatering, dat er in de laatste winters tot enkele duizenden Scholeksters foeragerend werden aangetroffen in graslanden langs de Oosterschelde (ongepubl. geg. RIKZ). In 1995/'96 was er in februari een kortdurende instroom van grote aantallen Scholeksters uit de Waddenzee. Hierdoor werd weliswaar het aantal vogeldagen voor die winter hoger dan in de voorgaande jaren, maar in het patroon van de aantallen en de verdeling over de sectoren kwam geen verandering.

De **Bonte Strandloper** is na de Scholekster in aantallen de tweede steltloper in de Oosterschelde. De soort komt vooral voor in het Middengebied en de Kom. Hoewel de laatste jaren een toename is vastgesteld in het voorjaar, worden vooral in het najaar en de winter hoge aantallen gevonden.

Een andere steltloper die in aantal afneemt is de **Strandplevier**. De hoogste aantallen worden vastgesteld in de nazomer, wanneer Strandplevieren in de Oosterschelde hun slagpennen ruïen. Aangezien het hier de broedvogels uit de Delta met hun jongen betreft, hangt de afname sterk samen met de afnemende aantallen in de broedpopulatie (zie Kustbroedvogels). In hoeverre tevens effecten van recreatie op het schor van Kats en de Slikken van de Dortsman (wat belangrijke ruigebieden zijn) een rol spelen is niet duidelijk.

De **Zilverplevier** vertoont over de gehele periode een geleidelijke toename, die in na- en voorjaar significant is: de toename heeft vooral betrekking op doortrekkende vogels. Dit kan wijzen op een geleidelijk geschikter worden van de Oosterschelde, maar minstens zo aannemelijk is dat er een relatie is met de populatietoename.

Van de **Rosse grutto** maken twee populaties gebruik van het gebied, waarbij de overwinterende groep is afgenomen, vooral in de Noordelijke tak en de Kom. Met name het vrijwel geheel verdwijnen uit de Kom is opvallend, omdat daar de oppervlakte intergetijdengebied niet lijkt te zijn afgenomen.

Kanoetstrandlopers tenslotte laten een duidelijke toename zien, die met name in de laatste winters gestalte heeft gekregen. Vooral de aantallen overwinteraars nemen sterk toe, in alle sectoren, behalve de Monding. Dit komt overeen met de eerder vastgestelde oostwaartse verschuiving in het voorkomen in de loop van het seizoen (*Schekkerman et al., 1992*). De toename suggereert een toenemende beschikbaarheid van kleine schelpdieren, bijvoorbeeld kokkel, nonnetje of het wadslakje. De beschikbare kennis van de bodemdieren is niet toereikend voor het trekken van gefundeerde conclusies.

aan veranderingen in het bekken zelf gerelateerd zijn. De sterke toename van de aantallen Grauwe Ganzen kan worden verklaard uit de toename van de populatie en de trend binnen die populatie om noordelijker te overwinteren. Rotganzen zijn in het najaar significant in aantal afgenomen. Juist in die periode wordt relatief veel buitendijks gefoerageerd op wieren en mogelijk zeegras, en deze laatste is sterk afgenomen. Hierop sluit de ontwikkeling bij de Smient aan: van deze soort namen de aantallen toe in winter en voorjaar, maar niet in de herfst. Ook de Smient foerageert met name in de herfst op de slikken. De relatief lage aantallen van de Wintertaling, een typische zadeneter, benadrukken het relatief geringe oppervlak schorren in de Oosterschelde. De planteneters als groep geven een toename te zien (figuur 7.11). Dit geldt zoals hiervoor aangegeven niet voor alle soorten en bovendien was er in 1995/1996 als gevolg van de strenge winter een sterke instroom van vogels van elders.

Viseters

Voor visetende watervogels zijn (veranderingen in) helderheid, stroomsnelheid en visstand bepalend voor de foerageermogelijkheden. Helaas is er weinig

bekend over de samenstelling en omvang van de visstand in de Oosterschelde in recente jaren. Vooral daarom is het lastig om met enige zekerheid een verklaring te geven voor de veranderingen in het voorkomen van viseters. De drie soorten viseters (Fuut, Aalscholver, Middelste Zaagbek) nemen toe en dus de groep als geheel ook (figuur 7.11). De viseters hebben ongetwijfeld geprofiteerd van de afgenomen stroomsnelheden in combinatie met het toegenomen doorzicht van het water. De toename van Fuut en Middelste Zaagbek in de Noordelijke tak en de Kom suggereert een verandering in de beschikbaarheid van kleine vis. De internationale populaties van deze twee soorten zijn stabiel, zodat daarin niet de oorzaak ligt. Bij de Aalscholver zal de algehele toename van de populatie (Van Eerden & Gregersen, 1995) ook een belangrijke factor geweest zijn in de toename van de aantallen in de Oosterschelde. Ondanks de toename van de aantallen van de drie talrijkere soorten viseters is de Oosterschelde internationaal niet van specifiek kwantitatief belang voor soorten uit deze voedselgroep, in tegenstelling tot het Grevelingenmeer.

7.8.3 Kustbroedvogels

Steltlopers

De traditionele broedgebieden van de Kluut liggen vooral binnendijks: inlagen, karrevelden, etc. Hier zijn voor de Kluut, gezien de betrekkelijk stabiele broedpopulatie (figuur 7.12) kennelijk geen wezenlijke veranderingen opgetreden. Bontbekplevieren (figuur 7.12) broeden in dezelfde gebieden, maar ook buitendijks op schorren en soms ook op de dijkvoet. De soort is territoriumvormend, wat samen met het stabiele aantalsverloop suggereert, dat de soort haar maximum in de Oosterschelde bereikt heeft. Strandplevieren (figuur 7.12) bevinden zich vooral op de voormalige werkeilanden. De aantallen in de karrevelden op Schouwen zijn afgenomen. Kennelijk zijn hier de kale, zoutere delen die de Strandplevier preferereert in omvang afgenomen. De broedplaatsen op de voormalige werkeilanden zijn van groot belang, omdat de Delta een grote bijdrage levert aan de totale Noord-West-Europese populatie en deze bovendien afneemt.

Natuurontwikkeling langs de randen en waar nodig het beheren van huidige broedplaatsen is voor de steltlopers gunstig. Daar komt nog bij dat een groot deel van de huidige broedplaatsen van deze soorten in met name het Volkerakmeer en het Zoommeer in de komende jaren veel minder geschikt zullen worden. Anders gezegd: verliezen in de Oosterschelde door de aanleg van de stormvloedkering zijn in de afgelopen tien jaar in die gebieden gecompenseerd, maar dit is niet duurzaam. De uitwerking van Plan Tureluur langs de randen van de Oosterschelde biedt meer perspectief.

Meeuwen

Het is opvallend dat de Kokmeeuw (figuur 7.12) zich in de Oosterschelde grotendeels lijkt te onttrekken aan de afname die de landelijke populatie sinds het begin van de tachtiger jaren vertoont. Daarnaast is de Kokmeeuw in de Oosterschelde geheel uit de schorren verdwenen. Bijna alle Kokmeeuwen broeden nu op eilandjes in inlagen. Overigens mislukken daar veel legsels, met name door ratten, zodat het de vraag is of dit een positieve ontwikkeling is. Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw en Stormmeeuw hebben zich destijds op de werkeilanden gevestigd. Met de toenemende menselijke activiteiten daar verschoven ze naar de minst verstoorte plekken: pieren, dammen etc. Later zijn de kolonies verplaatst naar de duincomplexen die inmiddels gevormd waren. De grootste groei in aantallen is opgetreden in de periode dat de grote kolonie van Zilver- en Kleine Mantelmeeuwen op Schouwen nog intensief vervolgd werd. Ook het feit dat de Vos in Zeeland nog relatief weinig voorkomt zal hierin een rol spelen. Overigens zijn er van verschillende Zeeuwse eilanden berichten dat er meer Vossen zijn. Als deze zich ook op de voormalige werkeilanden weten te vestigen kan dit gevolgen hebben voor de daar broedende meeuwen.

Sterns

Tussen de drie soorten sterns die in de Oosterschelde broeden zijn duidelijke verschillen in trends en oorzaken hiervan. De toename van de Visdief (figuur 7.12) in de Delta is grotendeels aan de Oosterschelde voorbijgegaan. Daar komt nog bij dat ook het absolute aantal, gezien de omvang van de Oosterschelde, als laag beschouwd moet worden. Het lijkt erop dat gebrek aan geschikte broedplaatsen de beperkende factor is; bovendien is er op veel van de binnendijks gelegen eilandjes waar ze broeden een sterke predatie door ratten. Hoewel Noordse Sterns dezelfde broedplaatsen hebben als de Visdief, is de situatie voor deze soort toch anders. Het Deltagebied ligt op de zuidrand van het broedgebied van deze soort. Ook is de binding tussen geboorteplaats en broedgebied waarschijnlijk veel minder sterk en wisselen vogels soms tussen jaren van broedplaats. De broedplaatskeuze van Dwergsterns (figuur 7.12) verschilt sterk van de vorige twee soorten. Voor deze soort zijn echte pioniersituaties essentieel. De broedplaatsen liggen op schelpenbanken en niet of zeer weinig begroeide zandplaten. In samenhang met het wisselende voorkomen van dergelijke situaties kunnen de broedplaatsen van individuele Dwergsterns van jaar tot jaar ver uit elkaar liggen. In de Oosterschelde zijn momenteel alleen op de eilanden van de Oosterscheldekering plaatsen die geschikt zijn voor broedende Dwergsterns. De aantallen zijn toegenomen, maar zijn sterk afhankelijk van het instandblijven (houden) van geschikte broedplaatsen.

7.9 Zeehonden

7.9.1 Betekenis van de Oosterschelde

Het leefgebied van de Gewone Zeehond bestaat uit zandige platen met hoge gedeelten en min of meer diepe geulen, waartussen een steile rand. Het hoofdvoedsel wordt gevormd door platvissen als Schol, Bot en Schar. De Deltawateren bieden zowel morfologisch als qua voedselbeschikbaarheid ruime mogelijkheden. De Gewone Zeehond kwam vroeger algemeen in de Deltawateren voor, maar de populatie in het Deltagebied is vanaf de jaren vijftig drastisch afgenomen tot een 5- à 10-tal dieren eind jaren zeventig. De oorzaken waren onder andere jacht, die rond 1960 is beëindigd, vervuiling en rustverstoring. De leefomstandigheden in de Oosterschelde zijn sinds medio jaren tachtig langzamerhand aan het verbeteren.

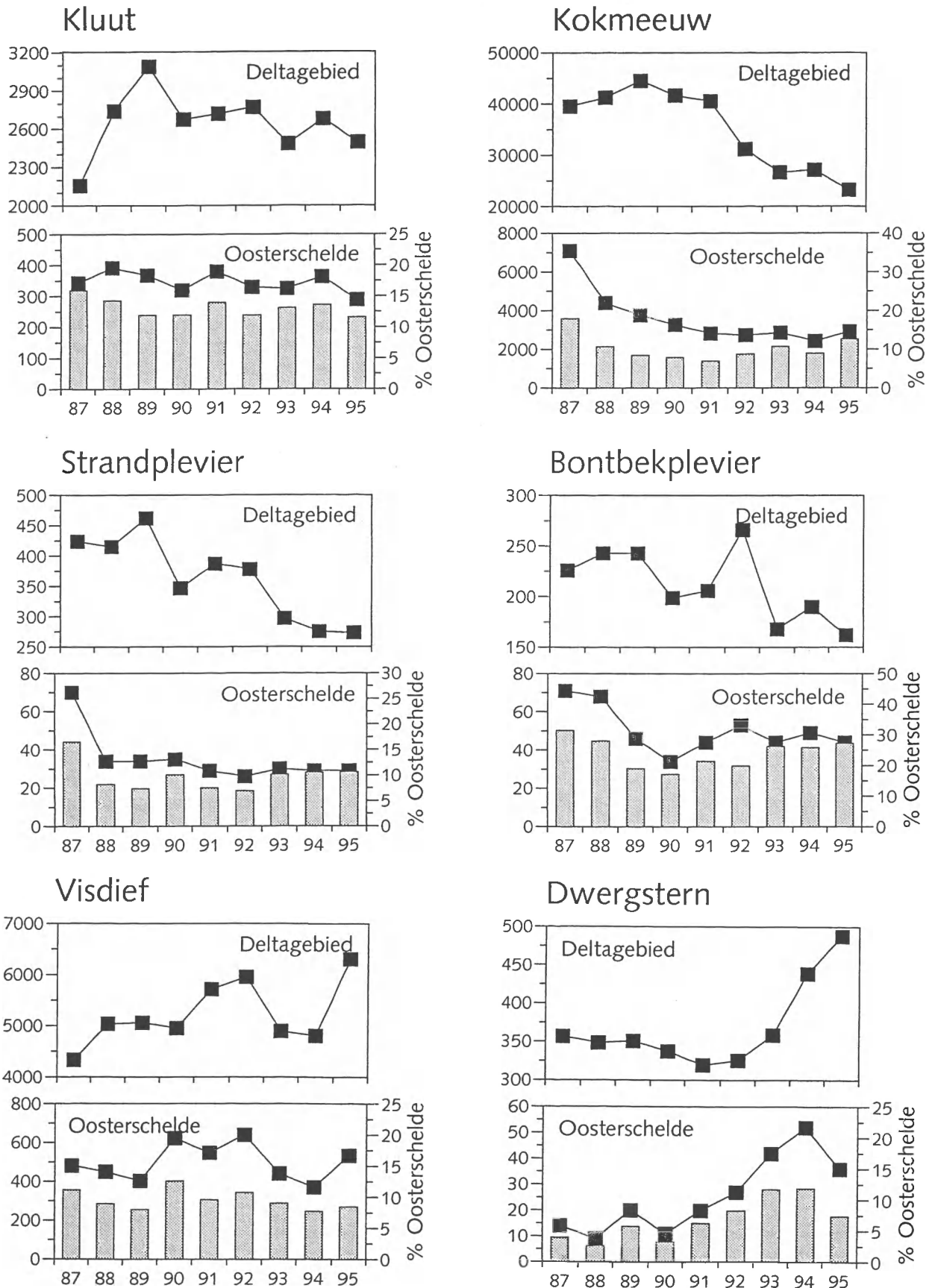
Vanaf 1989 worden de in de Deltawateren voorkomende zeehonden centraal geregistreerd. Ook dode dieren, evenals zieke of verzwakte (waaronder de zgn. huilers), die voor revalidatie naar de Zeehondencreche in Pieterburen worden overgebracht, worden geregistreerd. Op deze wijze wordt een goed beeld verkregen van het verloop van de zeehondenstand. Het aantal zeehonden in de Oosterschelde is langzaam aan het toenemen (tabel 7.5). De toename kan niet worden toegeschreven aan veranderde telmethoden of -intensiteit.

In 1995 is voor het eerst sinds jaren tot twee maal toe weer een zeer jonge zeehond in de Oosterschelde gesignaleerd, zodat met zekerheid kan worden aangenomen dat er in dit gebied weer sprake is van reproductie; mogelijk betreft het twee jonge dieren. Ook in 1996 is een jong in de Oosterschelde gesignaleerd; dit dier is een maand na de eerste waarneming als huiler naar Pieterburen overgebracht. De stand wordt (deels) kunstmatig beïnvloed door het opvangen van zieke en/of zwakke dieren in de Zeehondencreche te Pieterburen en het terugzetten van gerevalideerde zeehonden. Per saldo bestaat er een evenwicht tussen de aantallen opgevangen ('export') en teruggezette dieren ('import'). Na 1989 zijn vijf keer zeehonden teruggezet, drie tot zes dieren per keer. Dit vond plaats op de Roggenplaat.

Figuur 7.12

Aantallen broedvogels in de Oosterschelde en het Deltagebied (1987-1995)

[de markers dienen te worden gelezen m.b.v. de linker y-as, staafjes met de rechter y-as]



Tabel 7.5

Maximale aantallen getelde zeehonden in de Oosterschelde op één moment (LNV, 1996; ongepubl. gegevens RIKZ)

| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| Januari | 5 | 5 | - | - | 5 | 8 | - |
| Februari | - | 3 | - | - | 4 | - | - |
| Maart | 5 | - | - | - | - | 10 | 16 |
| April | - | 5 | 3 | 8 | 9 | 13 | 10 |
| Mei | 4 | 5 | 4 | 6 | 7 | 10 | 6 |
| Juni | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 7 | 11 |
| Juli | 5 | 4 | 6 | 6 | 5 | 9 | 13 |
| Augustus | 3 | 5 | 4 | 4 | 7 | 15 | 13 |
| September | 5 | 5 | 6 | 9 | 10 | 15 | 15 |
| Oktober | 5 | 6 | 6 | 7 | 9 | 13 | 13 |
| November | 6 | 5 | - | 2 | - | 11 | 9 |
| December | 3 | - | - | - | - | - | 11 |

7.9.2 Ruimtegebruik

Eind oktober 1993 werden zes gerevalideerde Gewone Zeehonden teruggezet in de Oosterschelde. Door middel van telemetrisch onderzoek en door directe waarnemingen werd de overleving en het vestigingssucces van de dieren in het gebied gedurende vijf maanden door het IBN gevolgd (Werner *et al.*, 1995). Het ruimtegebruik van zeehonden in de Oosterschelde is afhankelijk van de beschikbaarheid van ligplaatsen, haul-out-lokaties (plaatsen waar ze het water uit gaan) en foerageergebieden. Enkele lokaties in het westelijk deel van de Oosterschelde zijn duidelijk favoriet bij de zeehonden als ligplaats, met name Roggenplaat-werkhaven en de Westgeul van de Roggenplaat (hier zijn recent in 1997- maximaal 18 exemplaren aangetroffen). Er lijkt een tendens te zijn, dat in de winter en het voorjaar de lokatie Roggenplaat-werkhaven drukker bezocht wordt, in de zomer vooral de Oude Oliegeul en in de zomer/najaar de Westgeul van de Roggenplaat. Met name de zandbank Roggenplaathaven en de Kop van de Vondelingsplaat lijken van cruciaal belang te zijn als haul-out-lokaties. Er zijn aanwijzingen dat de omgeving van de Zeelandbrug belangrijk is als foerageergebied. Het in 1993/1994 geconstateerde pendelen van dieren tussen haul-out-lokaties en mogelijk foerageergebied, impliceert dat het ruimtegebruik van zeehonden in de Oosterschelde zeker niet beperkt blijft tot de directe omgeving van haul-out lokaties.

Uit het onderzoek aan ruimtegebruik, haul-out- en duikpatroon en het gedrag van de dieren blijkt, dat teruggezette zeehonden na korte of langere tijd een leefwijze vertonen die als normaal voor het gebied is te beschouwen; er zijn geen verschillen tussen dieren die 's winters of 's zomers zijn teruggezet. Ook de effecten van verstoring zijn geldig voor de gerevalideerde zeehonden (zie § 8.4 Evaluatie Toegankelijkheidsregeling).

8. Gebruiksfuncties

8.1 Beroepsvisserij

In de Oosterschelde vindt beroepsmatige visserij plaats op schelp- en schaaldieren en enkele vissoorten. De teelt van mosselen en oesters en de visserij op kokkels zijn in commercieel opzicht verreweg de belangrijkste visserij-activiteiten. De kwaliteit van het water met betrekking tot schelpdieren wordt frequent gemeten. In de periode 1991 t/m 1995 werd geen overschrijding van de normen geconstateerd.

8.1.1 Mosselteelt

Teeltmethode

De mosselteelt is een semiculture. In mei en juni worden de jonge mosselen die in het voorgaande jaar zijn ontstaan, het zogenaamde mosselzaad, van natuurlijke zaadbanken in de kustwateren opgevist. Sinds 1984 heeft er in de Oosterschelde echter nauwelijks meer broedval van mosselen plaatsgevonden. Waarom deze zaadval niet meer plaatsvindt is onbekend. Mosselkwekers zijn nu voor de zaadvisserij vrijwel volledig op de Waddenzee aangewezen. Het opgeviste mosselzaad wordt vervolgens op speciaal daarvoor geselecteerde halfwas-percelen in de Oosterschelde en de Waddenzee overgebracht. Op deze halfwas-percelen groeien de mosselen door tot een grootte van circa 4 cm. Na één jaar worden de mosselen wederom opgevist en naar de zogenaamde consumptiepercelen overgebracht. Op deze percelen worden de halfwas-mosselen gedurende een jaar tot een marktwaardig product opgekweekt. De teeltcyclus van mosselzaad tot consumptiemossel omvat dus twee jaar. De volgroeide mosselen met een grootte van circa 6 cm worden in het najaar en de winter in Yerseke geveild en vervolgens door handelaren opgeslagen op nabijgelegen verwaterplaatsen. Gedurende enkele weken kunnen de mosselen hier het zand en slib kwijtraken dat meekomt bij het opvissen vanaf de percelen (*Smaal en Boeije, 1991*).

Veranderingen ten opzichte van 'Veilig getij'

Direct na voltooiing van de Oosterscheldewerken, in de mosselseizoenen 1987/'88 tot en met 1990/'91, daalde de gemiddelde aanvoer van mosselen afkomstig uit de Oosterschelde met circa 20 procent tot circa 27 miljoen kilo. Deze daling werd in belangrijke mate veroorzaakt door gewijzigde productieomstandigheden in de Hammen. Gemiddeld werden in de periode 1980-1990 ruim 90 miljoen kg consumptiemosselen (900.000 mosselton) per jaar in Yerseke aangevoerd. Een derde deel (ruim 30 miljoen kilo) was uit de Oosterschelde afkomstig, de rest kwam uit de Waddenzee (*Smaal en Boeije, 1991*). De situatie is sinds het begin van de jaren negentig aanzienlijk gewijzigd (tabel 8.1). De aanvoer van mosselen afkomstig uit de Oosterschelde steeg tot een gemiddelde jaarlijkse productie van ruim 53 miljoen kg in de seizoenen 1994/'95 en 1995/'96. De aanvoer van mosselen afkomstig uit de Waddenzee daalde daarentegen. In de periode 1990-1996 bedroeg de gemiddelde jaarlijkse aanvoer tot ongeveer 36 miljoen kg (*Smit et al., 1996*).

Zowel de productiestijging in de Oosterschelde als ook de -daling in de Waddenzee is in belangrijke mate het gevolg van een belangrijke verandering in de teeltwijze. Vanaf 1985 is het toegestaan om ook buiten de gestelde periode van het zaadvissen (mei/juni) zaad- en halfwas-mosselen van percelen uit de Waddenzee naar de Oosterschelde te verplaatsen. Door deze grotere flexibiliteit kunnen het beschikbare zaaigoed en de percelen effectiever benut worden. Sindsdien kiezen telers er in toenemende mate voor om het mosselzaad

uitsluitend op halfwas-percelen in de Waddenzee uit te zetten. Slechts in jaren met overvloedige zaadval worden ook de halfwas-percelen in de Oosterschelde gebruikt. In de Oosterschelde vond juist een tegengestelde ontwikkeling plaats. In plaats van mosselzaad worden er nu voornamelijk uit de Waddenzee afkomstige halfwasmosselen uitgezet. Met name in jaren met een beperkt aanbod van halfwasmosselen worden, zo mogelijk, eerst de gronden in de Oosterschelde benut alvorens de telers tot uitzaai in het Waddengebied overgaan. De teeltcyclus in de Oosterschelde wordt zo tot één groeiseizoen verkort. De oorzaak voor deze ontwikkeling zijn de relatief geringe teeltrisico's voor consumptiemosselen in de Oosterschelde. Percelen in de Waddenzee zijn veel kwetsbaarder voor stormschade, ijsgang en predatie door onder andere Eidereenden. De aanvoer uit de Oosterschelde is dan ook aan veel kleinere fluctuaties onderhevig dan de mosselaanvoer uit de Waddenzee (tabel 8.1).

Tabel 8.1

Jaarlijkse aanvoer en opbrengst van consumptiemosselen ^a
Bron: Visserij in cijfers 1995, LEI-DLO.
Cijfers Hammen: LNV, interne notitie

| Seizoen | 89/90 | 90/91 | 91/92 | 92/93 | 93/94 | 94/95 | 95/96 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aanvoer/Opbrengst | | | | | | | |
| Aanvoer [$*10^6$ kg] | | | | | | | |
| - Oosterschelde | 28 | 23 | 33 | 25 | 39 | 54 | 52 |
| w.v. district Hammen | 11 | 8 | 11 | 8 | 13 | 20 | 21 |
| - Waddenzee | 79 | 69 | 8 | 26 | 33 | 50 | 32 |
| Totaal | 107 | 92 | 41 | 51 | 72 | 104 | 84 |
| Opbrengst [$* f10^6$] | | | | | | | |
| - Oosterschelde | 12 | 19 | 61 | 37 | 54 | 44 | 77 |
| - Waddenzee | 58 | 86 | 23 | 54 | 38 | 61 | 49 |
| Totaal | 70 | 105 | 85 | 91 | 92 | 105 | 126 |

a) Hierin is niet begrepen de door het Mosselonds opgenomen aanvoer (1989/'90: 1,9 miljoen kg; 1995/'96: 0,06 miljoen kg).

Situatie in het district Hammen

Het district Hammen (Mondingsgebied) vormt een belangrijk mosselgebied binnen de Oosterschelde. Met de aanleg van de Oosterscheldkering hebben zich binnen het district echter grote veranderingen voorgedaan. De aanleg begon met het opspuiten van het werkeiland Neeltje Jans in het begin van de jaren zeventig. Deze aanleg had een gunstig effect op de kweekmogelijkheden in de stroomgeul Hammen (onderdeel van het district Hammen), die één van de beste kweeklokaties in de Oosterschelde werd. Met het voltooiën van de kering wijzigden de omstandigheden zich opnieuw. Ondermeer door lagere stroomsnelheden zijn een aantal percelen in met name de stroomgeul minder bruikbaar geworden en is hun productie aanzienlijk gedaald. Daarentegen zijn in andere gebieden van het district de kweekmogelijkheden verbeterd. Zo is de aanvoer van de percelen ten zuiden van de Roggeplaat (perceelnrs. 100 t/m 110) en rond Neeltje Jans (perceelnrs. 174 t/m 186) spectaculair gestegen. De totale aanvoer van mosselen afkomstig uit het district Hammen heeft in de seizoenen 1994/'95 en 1995/'96 dan ook weer het peil van de jaren vóór de bouw van de kering bereikt: gemiddeld ruim 21 miljoen kg per jaar. Overigens is het relatieve belang van dit district wel enigszins afgenomen. In de mosselseizoenen 1986 tot en met 1989 was nog meer dan de helft van de gemiddelde aanvoer - uit dit gebied afkomstig; in de seizoenen '94/'95 en '95/'96 was het district Hammen goed voor ruim 40 procent van de totale aanvoer (Van Dijk, 1997).

Economisch belang

De opbrengst van mosselen hangt naast de hoeveelheid opgeveste kilo's sterk van de prijs af. De prijs van mosselen reageert zeer sterk op veranderingen in de

aanvoer. Een relatief geringe aanvoerdaling leidt tot een forse prijsstijging. Zo daalde ten opzichte van de vorige vangstperiode de totale aanvoer in 1995/'96 met 19 procent terwijl de prijs daarentegen met 50 procent steeg. De Zeeuwse mosselen deden het in dat jaar bijzonder goed. De aanvoer daalde weliswaar van 54 miljoen naar 52 miljoen kg, maar dankzij de goede prijzen steeg de omzet met 75 procent tot 77 miljoen gulden (tabel 8.1).

Op Nederlandse mosselschepen werkten in de periode 1990-1996 gemiddeld ongeveer 240 personen. Het gemiddelde aandeel van Oosterscheldemosselen in de totale omzet bedroeg in deze periode circa 48%. Met dit aandeel als verdeelsleutel, betekent dit dat 48 procent van 240 banen aan boord, dus 115 arbeidsplaatsen, direct van de mosselteelt in de Oosterschelde afhankelijk zijn. De werkgelegenheid in de handel en mosselverwerkende bedrijven is volgens dezelfde methodiek berekend. In deze sectoren zijn circa 235 arbeidsplaatsen direct van de Oosterschelde afhankelijk. Daarnaast creëert de mosselteelt banen in toeleverende sectoren. Het Landbouw Economisch Instituut (LEI) hanteert de vuistregel dat elke primaire arbeidsplaats ongeveer drie arbeidsplaatsen in de handel, verwerking en toelevering oplevert. Met 115 primaire arbeidsplaatsen (dus maal drie) en een werkgelegenheid van 235 arbeidsplaatsen in de handel en verwerking, resulteert dit in circa 110 arbeidsplaatsen in de toeleverende sectoren die rechtstreeks van de Oosterschelde afhankelijk zijn⁶. De totale werkgelegenheid in de teelt van mosselen, rechtstreeks van de Oosterschelde afhankelijk, bedroeg in de periode 1990-1995 circa 460 arbeidsplaatsen (Smit *et al.*, 1996).

8.1.2 Kokkelvisserij

De belangrijkste leefgebieden van kokkels zijn droogvallende platen (zogenaamde kokkelbanken) in de Waddenzee, de Voordelta, de Ooster- en de Westerschelde. De Waddenzee en de Oosterschelde zijn de belangrijkste visgebieden. De commerciële kokkelvisserij vindt grotendeels met speciaal ontworpen schepen plaats. Gedurende het najaar mag, als de bestanden qua omvang voldoende zijn, op zogenaamde 'vrije gronden' op kokkels gevestigd worden. Deze visperiode is zowel uit oogpunt van natuurbescherming (geen visserij in de zoogperiode van zeehonden) als uit efficiëntie-overwegingen (voldoende marktwaardige kokkels) ingesteld. Daarnaast wordt op beperkte schaal (qua vangsthoeveelheden) handmatig op kokkels gevestigd. Handmatige visserij kan het gehele jaar in de daartoe aangewezen gebieden worden uitgeoefend.

De mechanische visserij is aan vergunningen verbonden. Sinds 1982 wordt jaarlijks aan maximaal 37 schepen een vergunning verstrekt, een aantal dat tot het jaar 2000 gehandhaafd blijft. Met deze vergunning mag zowel op de Waddenzee als op de Oosterschelde gevestigd worden. Voor handkokkelen op de Oosterschelde is een aparte vergunning vereist. Het streven is om het aantal vergunningen tot een met 1987 vergelijkbaar niveau terug te dringen. Tot 2000 worden dan ook geen nieuwe vergunningen meer uitgegeven. In 1989 waren circa 352 vergunningen in omloop, in 1996 nog 80. Van deze vergunningen wordt slechts een beperkt deel daadwerkelijk benut. De verstrekker van de vergunningen (Ministerie van LNV) schat dat zo'n 20 à 25 personen ook daadwerkelijk actief zijn.

Zowel in de Oosterschelde als in de Waddenzee worden in voedselarme jaren beperkingen aan de vangst gesteld: 70 procent van de gemiddelde voedselbehoefte van vogels wordt in de vorm van kokkels en mosselen voor deze vogels gereserveerd. Het meerdere is voor de visserij beschikbaar. Indien er minder dan de genoemde 70 procent aanwezig is, mag in een dergelijk jaar in het betreffende gebied niet op deze schelpdieren worden gevestigd.

⁶ Uit onderzoek van de provincie Friesland blijkt een verhouding van 1 primaire arbeidsplaats op ongeveer 4,5 arbeidsplaatsen in andere sectoren. De vuistregel '1 op 3' blijkt dus een voorzichtige schatting.

Als gevolg van sterk wisselende omstandigheden fluctueert de totale jaarlijkse aanvoer van kokkels aanzienlijk (tabel 8.2). Zo was in 1991 de Waddenzee voor de kokkelvangst gesloten waardoor in totaal slechts 2 miljoen ton kokkelvlees in dat jaar werd aangevoerd. Ook de productie van kokkelvlees afkomstig uit de Oosterschelde schommelt sterk: in 1994 werd ongeveer 3,7 miljoen ton aangevoerd, in 1995 nog slechts 1 miljoen ton kokkelvlees. De opbrengst in gulden varieert van 13 miljoen gulden in 1991 tot 52 miljoen gulden in het daaropvolgende jaar. Exacte opbrengstcijfers voor de Oosterschelde zijn niet bekend, maar gemiddeld genomen is circa 20% van de totale opbrengst uit dit gebied afkomstig (informatie RIVO-DLO).

Tabel 8.2

Jaarlijkse aanvoer en opbrengst van kokkels
Bron: productiecijfers: RIVO en PO-kokkels, opbrengstcijfers LEI-DLO (schatting).

| Productie en Opbrengst | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Productie kokkelvlees [$\cdot 10^6$ kg] | | | | | | |
| - uit de Oosterschelde | 1,08 | 0,48 | 1,26 | 1,50 | 3,69 | 1,03 |
| - Overig | 6,41 | 1,50 | 6,10 | 6,33 | 3,87 | 4,01 |
| Totaal | 7,48 | 1,98 | 7,36 | 7,83 | 7,55 | 5,04 |
| Opbrengst [$\cdot f10^6$] | | | | | | |
| Totaal | 31 | 13 | 52 | 43 | 32 | 25 |

8.1.3 Oestercultuur

Voor de kweek van oesters is het noodzakelijk dat er in een gebied voldoende voortplantingsrijpe oesters aanwezig zijn, waarvan de larven niet te veel mogen uitzwermen. Bovendien moeten de larven de mogelijkheid hebben om zich te hechten aan geschikt substraat. Als kunstmatig substraat worden tegenwoordig uitsluitend mosselschelpen gebruikt, een restprodukt van mosselconservenfabrieken.

Tot het begin van de jaren zestig kende Zeeland een bloeiende oestercultuur. Na een massale sterfte in de winter van '62/'63 en met het oog op de afsluiting van diverse zeearmen staakten een aantal kweekbedrijven hun activiteiten. Enkele van hen verlegden hun activiteiten en gingen zaai- en consumptiemosselelen importeren. Hierdoor werd tevens, naar men aanneemt, de ziekte *Bonamia Ostrea* geïmporteerd, die het overgebleven bestand van Zeeuwse (platte) oesters decimeerde. In een poging deze ziekte uit te bannen heeft tussen 1980 en 1989 in de Oosterschelde een uitzaaiverbod voor deze oesters gegolden. Alleen de kweek van de geïmporteerde Japanse (kromme) oester kon doorgaan. In de Grevelingen kon de teelt van platte oesters worden voortgezet, totdat in 1988 ook daar de ziekte werd geconstateerd (Mes, 1991).

De kweekpercelen in de Oosterschelde vindt men nabij mosselverwaterplaatsen op de Yersekebank en langs de Oesterdam. Net als bij mosselen worden de opgeviste oesters, na selectie en reiniging, op verwaterplaatsen (oesterputten) bij Yerseke opgeslagen. De aanvoer van oesters (zowel kromme als platte) is in de jaren tachtig aanzienlijk toegenomen. Vooral de productie van kromme oesters in de Oosterschelde groeide explosief; ten opzichte van 1985 was de productie in 1989 meer dan verviervoudigd. Ook in de periode 1990-1995 heeft deze groei zich, zij het in een wat gematigder tempo, doorgezet (tabel 8.3). De aanvoer van platte oesters uit de Oosterschelde is daarentegen gedecimeerd (informatie Productschap Vis).

De economische gevolgen van de Bonamiaparasiet worden treffend geïllustreerd door de sterke daling van de omzet in het seizoen 1991/'92. Terwijl de totale aanvoer van oesters, in aantallen gemeten, in dat seizoen met circa 21 procent afnam ten opzichte van 1990/'91, verminderde de omzet in gulden van 14,6 tot circa 5,6 miljoen gulden, een daling met maar liefst 64 procent. Deze om-

zetreductie was vrijwel uitsluitend het gevolg van de geringe aanvoer van platte oesters.

Tabel 8.3

Jaarlijkse aanvoer en omzet van oesters uit de Oosterschelde (lopende prijzen)
Bron: Productschap vis

| Aanvoer en Omzet | 89/90 | 90/91 | 91/92 | 92/93 | 93/94 | 94/95 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aanvoer oesters in 1000 stuks | | | | | | |
| - Platte (Zeeuwse) oesters | 5737 | 7550 | 138 | 1392 | 1114 | 950 |
| - Kromme (Japanse) oesters | 5309 | 6525 | 10845 | 8253 | 20400 | 14664 |
| Omzet in mln. guldens | | | | | | |
| Totaal | 11,3 | 14,6 | 5,6 | 6,2 | 11,9 | 8,8 |

8.2 Recreatie

Inleiding

De Oosterschelde vormt door haar specifieke kenmerken een aantrekkelijk recreatiegebied. Bezoekers waarderen met name natuurwaarden zoals de onderwaterflora en -fauna en de binnendijkse natuurgebieden, de uitstekende waterkwaliteit (er wordt voldaan aan de normen voor zwemwater) en de (relatieve) rust in het gebied (*De Bruin en Klinkers, 1995*). Door de uitgestrektheid en de relatief geringe intensiteit van andere gebruiksvormen vormt de Oosterschelde een zeer geschikt gebied voor de zeilsport. Dankzij het heldere water en de interessante onderwaterflora en -fauna wordt er veel gedoken. Hoewel geen exacte gegevens bekend zijn, wordt de Oosterschelde als het belangrijkste sportduikgebied van Nederland beschouwd. Ook voor de sportvisserij vanaf zowel de oever als vanaf een boot(je) biedt het gebied mogelijkheden. Het Oosterscheldegebied biedt voor zwemmers, zonners en overige strandbezoekers duidelijk minder mogelijkheden. Zeker in vergelijking met de bezoekersaantallen op de stranden aan de kust is het gebruik dan ook relatief bescheiden. Er zijn echter weinig data over het recreatieve gebruik van de Oosterschelde beschikbaar. Dit vormt dan ook de reden waarom een deel van de beschreven ontwikkelingen alleen kwalitatief onderbouwd kan worden.

Recreatievaart

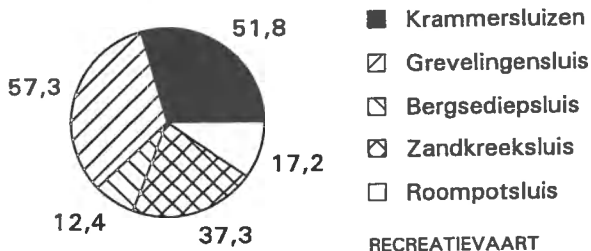
De Oosterschelde vormt voor de recreatievaart een schakel tussen het Veerse Meer, de Noordzee, de Grevelingen en het Krammer-Volkerak. De samenhang met andere Deltawateren komt ondermeer tot uiting in het aantal passages dat bij de sluisen in routes van en naar de Oosterschelde geteld wordt (figuur 8.1). Circa 60% van alle recreatievaartuigen op de Oosterschelde bevindt zich in de goed bevaarbare watergebieden (met voldoende diepgang) aan weerszijden van de Zeelandbrug, het Mastgat en de Krammer. Deze spreiding blijft in de loop van de jaren vrij constant (*Stuurgroep Oosterschelde 1989, 1993 en 1994*).

Ontwikkeling

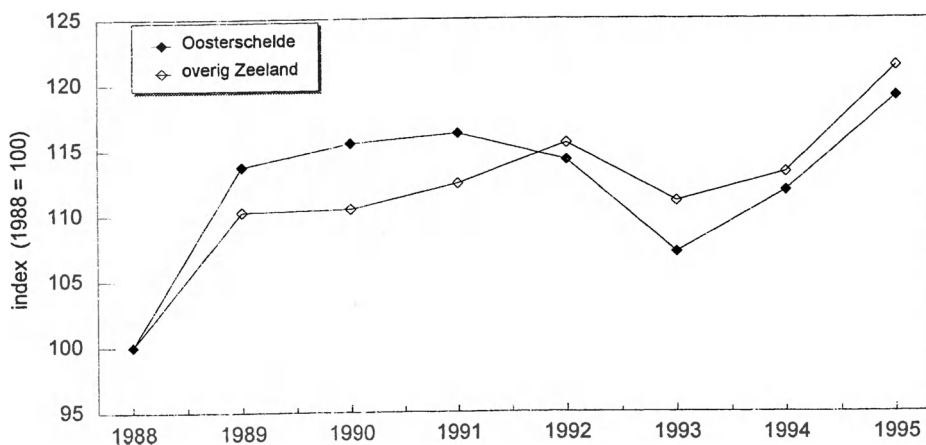
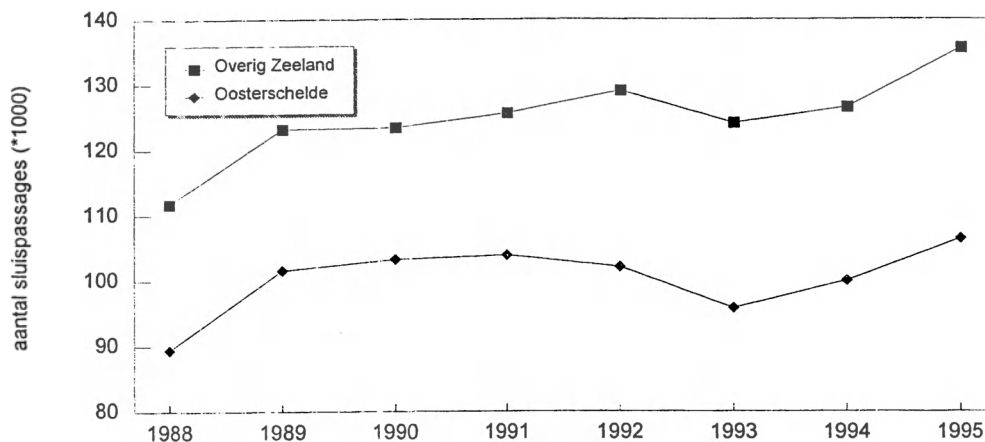
Het aantal sluispassages van recreatieverkeer op routes die naar en van de Oosterschelde leiden⁷, steeg in de periode 1990-1995 met ruim 4 procent. De groei over het tijdvak 1988-1995 is echter beduidend groter geweest: ruim 21%. Het recreatieverkeer op routes van en naar de Oosterschelde is vooral in de eerste jaren na voltooiing van de Deltawerken sterk toegenomen (figuur 8.2). Na een flinke terugval in 1993 steeg het aantal passages sindsdien weer. Dit is echter geen specifieke ontwikkeling voor de Oosterschelde geweest: de ontwikkeling in het aantal sluispassages op routes in de rest van Zeeland (25% van het totaal) laat een soortgelijke ontwikkeling zien (*Hengst en Meur, 1996*).

⁷ Grevelingensluis, Krammersluizen, Zandkreeksluis, Roompotsluis, Bergsediepsuis en sluisen Hansweert.

Figuur 8.1
Aantal sluispassages recreatievaart (1995; *1000)
(Hengst en Meur, 1996)



Figuur 8.2
Ontwikkeling sluispassages recreatievaart
(1988-1995)



Ligplaatsen

De hoeveelheid (vaste) ligplaatsen geeft een indicatie van het daadwerkelijke gebruik. Gezien de grote vraag naar ligplaatsen in het gebied zal een uitbreiding van de capaciteit tot een toename van het aantal schepen leiden. Een belangrijk deel hiervan zal regelmatig op het water van de Oosterschelde te vinden zijn.

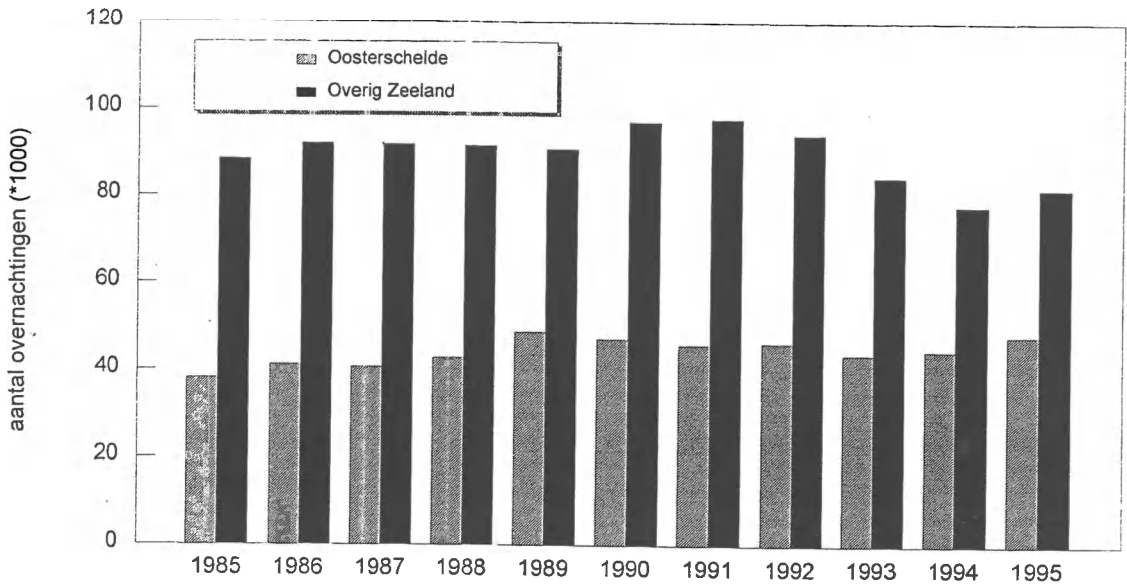
In de periode 1982-1995 is het totaal aantal ligplaatsen toegenomen van 1621 naar 3201. In 1995 waren hiervan 2469 vaste ligplaatsen en 732 passantenplaatsen. Onder meer door herindeling van jachthavens en provinciale databestanden over ligplaatsen op de wal, bestaat er enige onduidelijkheid over de op dit moment aanwezig aantallen ligplaatsen. Op korte termijn wordt een betrouwbaar beeld van de situatie in 1997 verwacht (bron: Stuurgroep Oosterschelde).

Overnachtingen in jachthavens

Ook de bezettingsgraad van de beschikbare passantenplaatsen heeft een directe relatie met het gebruik. Meer overnachtingen in jachthavens betekent immers meer schepen die een bezoek brengen aan de Oosterschelde. Het aantal overnachtingen van schepen op passantenplaatsen nam, na een absolute top in 1989, geleidelijk af tot 44.000 (figuur 8.3). Inmiddels is het hoge niveau van 1989 bijna weer bereikt: in 1995 bijna 48.000 overnachtingen in jachthavens. De groei van aantal overnachtingen in de overige Zeeuwse jachthavens was aanzienlijk minder. Het niveau van 1990 is in deze havens nog niet bereikt (Prov. VVV Zeeland, 1996).

Figuur 8.3

Aantal overnachtingen van plezier-
vaartuigen (1985-1995)

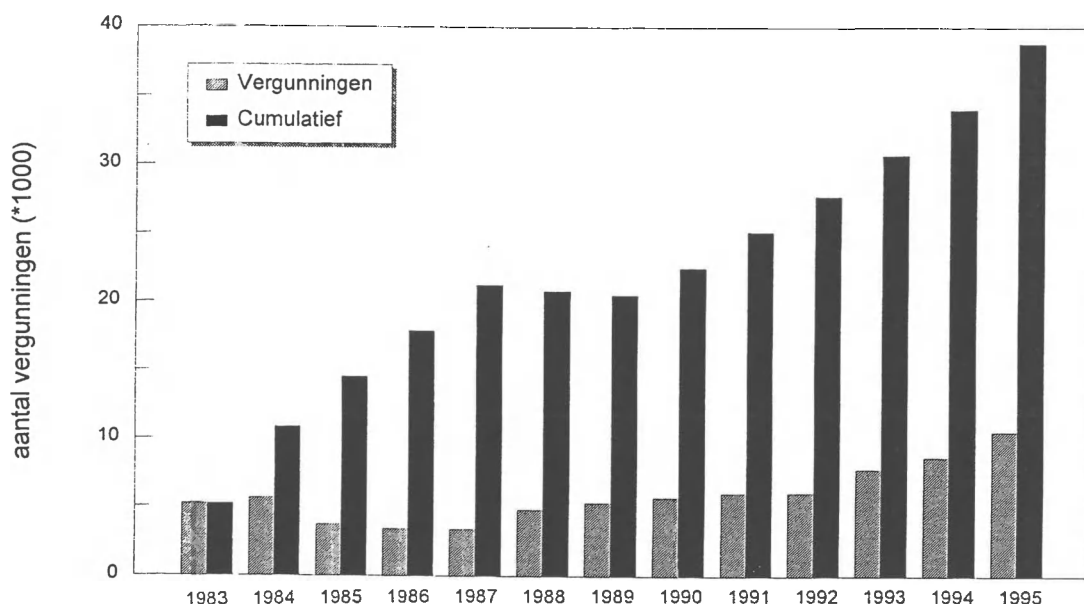


Men kan dan ook concluderen dat de Oosterschelde nog niets van haar aantrekkingskracht op de recreatievaart heeft verloren. De grootste groei heeft zich echter aan het eind van de jaren tachtig voorgedaan. Deze groei viel samen met een relatief forse uitbreiding van het aantal ligplaatsen in deze periode. Sindsdien is de gebruiksintensiteit enigszins afgenomen; ook na een krachtig herstel in 1995 is hoge niveau van 1990 nog niet bereikt. De verkeersintensiteit tussen de verschillende Deltawateren neemt echter wel toe. Dit kan erop wijzen dat recreatievaarders er in toenemende mate voor kiezen om vanuit hun 'vaste stek' een bezoekje te brengen aan een naburig watersysteem.

Duiken

De duiksport is sterk in omvang gegroeid. Het jaarlijks aantal duikvergunningen dat door de provincie Zeeland is afgegeven is gestegen van 5201 in 1983 tot 10.498 in 1995. Deze vergunningen zijn vijf jaar geldig, zodat het totaal aantal geldige vergunningen groter is dan de uitgifte in dat jaar. Zo bedroeg in 1995 het totale aantal geldige vergunningen ruim 37.000 (figuur 8.4). Naast een vergunning kan ook een zogenaamde 'vierdaagse ontheffing' worden aangevraagd. Gemiddeld vragen jaarlijks circa 1500 duikers deze ontheffing aan. Bovendien gaat een onbekend aantal duikers zonder vergunning te water (Provincie Zeeland). Het oevergebied tussen Kanaal door Zuid-Beveland en het haventje van Kattendijke is veruit de belangrijkste lokatie waar gedoken wordt. Ook nabij Plompe Toren, Goessche Sas en Zuidbout wordt veel gedoken. De duiklokaties zijn in de loop van de tijd niet veel verschoven.

Figuur 8.4
Aantal duiksport-vergunningen
Provincie Zeeland



Het sterk groeiende aantal duikers zorgt sinds enkele jaren voor enige wroef tussen beroepsvissers en sportduikers. Met name op duiklocaties bij Tholen komen duikers bij het betreden van het water soms te dicht bij fuiken en kreeftenkorven. Om dit probleem op te lossen is in het recreatieseizoen van 1996 op vier plaatsen een proef met 'duikcorridors' gestart. Op deze plaatsen kunnen de duikers ongestoord en zonder overlast te veroorzaken te water gaan.

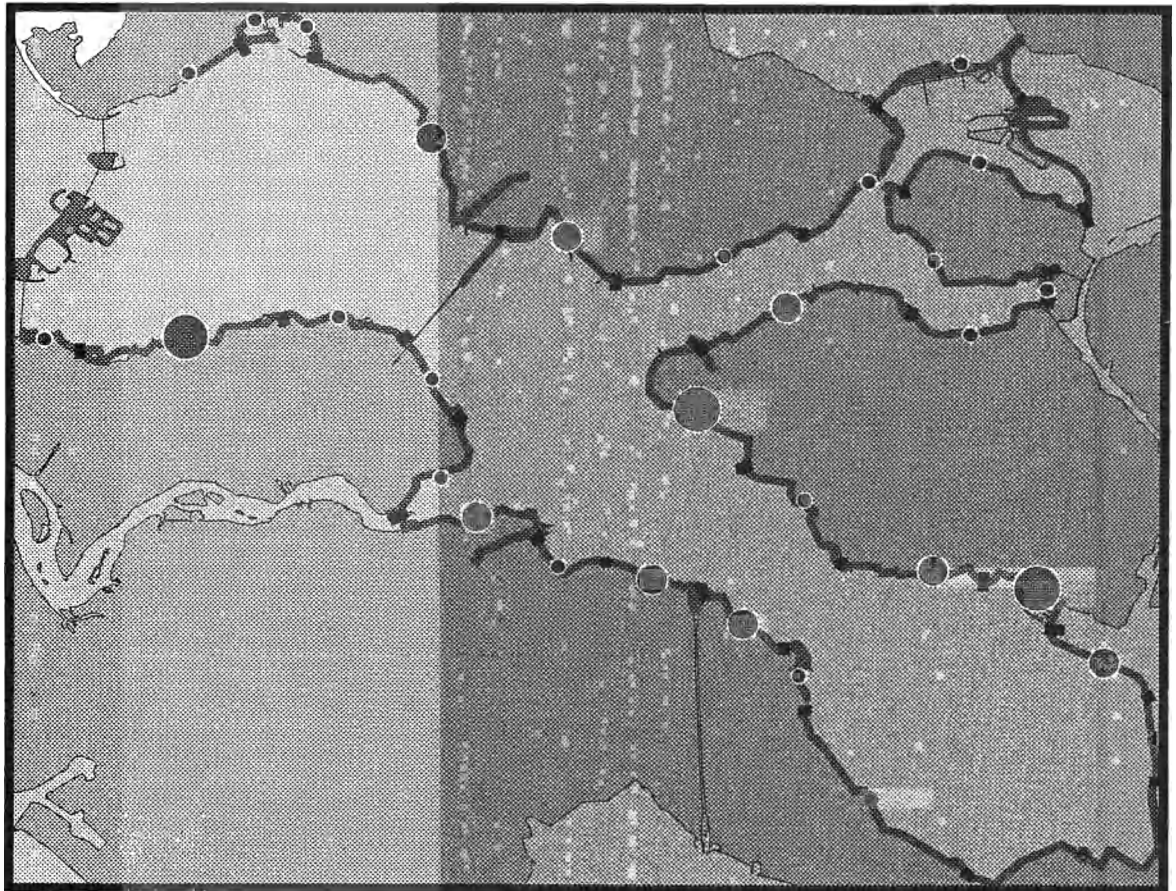
Oeverrecreatie

Op diverse plaatsen in het Oosterscheldegebied zijn voorzieningen voor strand- en oeverrecreatie aangelegd, zoals opgespoten strandjes, dijkovergangen en parkeerplaatsen. Niet gepland was de recreatieve ingebruikname van de westzijde van de Oesterdam. Mede dankzij de goede toegankelijkheid vormt de dam een uitstekende basis voor activiteiten als sportvissen, zwemmen en zonnen en windsurfen. Recreatietellingen ondersteunen dit; de oevers in de omgeving van de dam (Gorishoek tot en met de Speelmansplaten) worden door oeverrecreanten het meest bezocht (figuur 8.5). In 1996 is een strook water langs de Oesterdam tussen de oever van Tholen en de westelijke voorhaven van de Bergsediepclus gemarkeerd als zwemwater, waar motorboten niet mogen komen.

Sinds 1989 hebben zich geen grote verschuivingen voorgedaan in de lokaties waar oeverrecreatie zich concentreert. Een uitzondering vormt het oevergebied ter hoogte van de Slikken van den Dortsman. In 1989 was dit nog het drukst bezochte gebied, terwijl in latere teljaren dit gebied niet meer dan gemiddeld bezocht werd. Waarschijnlijk is het betredingsverbod dat is ingesteld hiervan de oorzaak. Het totale aantal in 1994 *getelde* oeverrecreanten in het Oosterscheldegebied is ten opzichte van 1989 met gemiddeld 45% gedaald. Waarschijnlijk is deze daling in belangrijke mate een gevolg van klimatologische omstandigheden. In 1989 waren (tijdens de teldagen) de omstandigheden zeer gunstig: nagenoeg geen regen, veel zon en hoge temperaturen. In 1994 kon men van gemiddelde omstandigheden spreken, zij het dat de tellingen relatief veel dagen met enige neerslag kenden (*Stuurgroep Oosterschelde 1989, 1993 en 1994*). Ook de genoemde betredingsregeling kan van invloed zijn geweest.

Figuur 8.5

Concentraties recreanten



enda

0 - 3 % recreanten

3 - 6 % recreanten

> 6 % recreanten

grens oeversegment

recreatie-oever

Zeilplanken

In 1994 werden ruim 15 procent meer zeilplanken geteld dan in 1989. Bijna de helft van alle (varende) surfers in de Oosterschelde wordt in de Kom gesignaleerd. Het merendeel van hen laat bij de Oosterdam hun plank te water. Aan de voet van deze dam wordt ongeveer de helft van alle afgemeerde planken geteld. Grote verschuivingen in lokaties hebben zich hierbij niet voorgedaan (*Stuurgroep Oosterschelde 1989, 1993 en 1994*).

Snelle motorboten

Op de vaarroute tussen de Krammersluizen en Wemeldinge is het overdag toegestaan om met een snelle motorboot sneller dan 20 km/uur te varen. Op die route zijn waterscooters verboden. Elders geldt een vaarsnelheidsbeperking van maximaal 20 km/uur. Waterskiën is nergens in het Oosterscheldebekken toegestaan, omdat deze activiteit zich niet verdraagt met de uitgangspunten in het Beleidsplan Oosterschelde. Over het gebruik zijn geen gegevens bekend.

Sportvissen

In tegenstelling tot oeverrecreatie vindt het sportvissen verspreid over de Oosterschelde plaats. Echte concentratiegebieden zijn er niet. Gebieden die nog enigszins de voorkeur van de vissers genieten zijn de kering tot aan Schelphoek en het oevergebied tussen het Kanaal door Zuid-Beveland en haventje van Kattendijke. Uit tellingen blijkt eveneens dat de in 1989 favoriete vislokaties duidelijk aan belang hebben verloren. In dat jaar werden op de 'top-drie'-lokaties 30 procent van alle sportvissers geteld. In 1993 en 1994 waren dezelfde lokaties nog slechts goed voor 11 procent van het totaal. Het totale aantal (getelde) sportvissers in 1993 is ten opzichte van 1989 met

circa 30% afgenomen. In 1994 werden ongeveer evenveel vissers geteld. Ook op het water werden aanzienlijk minder vissers gesignaleerd. Ten opzichte van 1989 werden in 1994 respectievelijk 80 en 60 procent minder sportvisbootjes en grotere verhuurboten gesignaleerd (*Stuurgroep Oosterschelde 1989, 1993 en 1994*). Deze cijfers duiden op een verminderde aantrekkelijkheid van de Oosterschelde voor sportvissers. Signalen afgegeven door de Delta Federatie (PZC, d.d. 28-11-'92) over een verminderde visstand lijken dit bevestigen.

Spitten van zeeaas

Ten behoeve van de hengelsport wordt bij laagwater op drooggevallen slikken en platen naar wadpieren en zagers gespit. Dit gebeurt deels recreatief en deels (semi)-professioneel. Tot de invoering van de Natuurbeschermingswet in 1990 was spitten op de platen toegestaan, in een zone tot 500 meter uit de waterkering was een vergunning vereist. Sindsdien mag alleen in aangewezen spitvakken, voornamelijk oevergebieden, met vergunning gestoken worden. Sinds 1987 vindt op aangewezen lokaties in de Kom op beperkte schaal en onder strikte voorwaarden machinale winning van zeeaas plaats.

8.3 Beroepsvaart

Binnenvaart

De vaarroutes in het gebied zijn de laatste decennia nogal eens gewijzigd. Zo werd in 1975 met de voltooiing van de Kreekraksluizen de Schelde-Rijnverbinding geopend. Vervolgens verviel met het afsluiten van het Tholense gat in 1986 de route Eendracht-Wemeldinge. In 1987 kon met het gereed komen van de Philipsdam een belofte aan de scheepvaart worden ingelost: een getijvrije vaart op de Schelde-Rijn verbinding. Tenslotte is sinds medio 1993 het Kanaal door Zuid-Beveland geschikt gemaakt voor vier-baksdwvaart. De sluisen te Wemeldinge vervielen; slechts bij Hansweert is een sluisencomplex aanwezig. Het kanaal staat nu onder invloed van het getij. Met deze laatste werken werd de infrastructuur voorlopig voltooid.

Na de compartimenteringswerken wordt de zogenaamde 'noord-zuidroute' door twee min of meer parallelle trajecten gevormd. Beide trajecten hebben de status van hoofdtransportas.

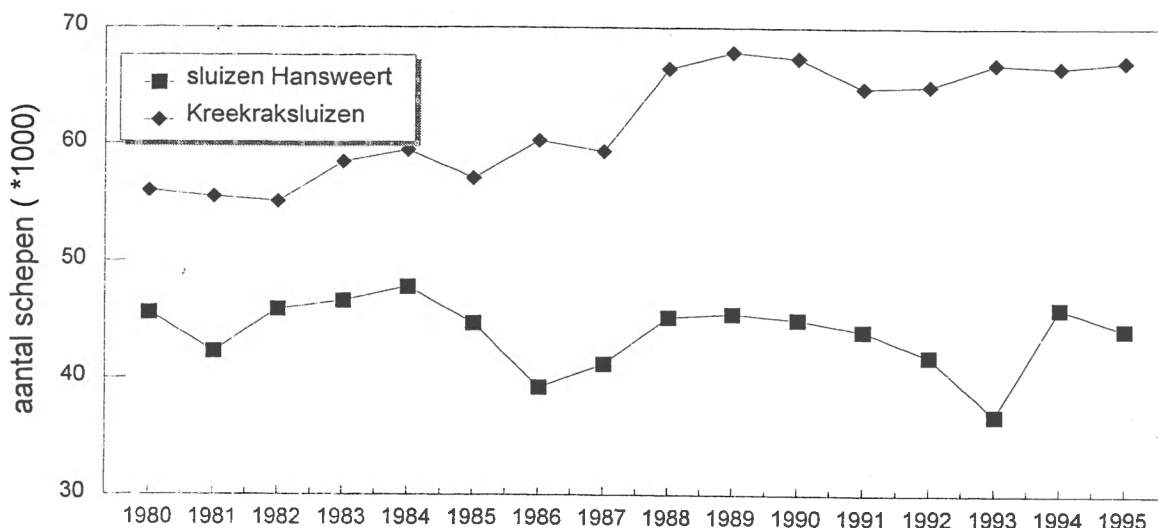
- het traject over het Volkerak en de Schelde-Rijnverbinding via de Kreekraksluizen;
- het traject over de Oosterschelde, van de Krammersluizen via de vaargeul door het Zijpe, Mastgat, Keeten en het Middengebied naar het Kanaal door Zuid Beveland.

Binnenschepen met bestemming Antwerpen e.o. maken over het algemeen van de Schelde-Rijnverbinding gebruik, schepen die 'op' Terneuzen, Gent en richting Frankrijk varen, kiezen veelal voor het traject over de Oosterschelde. Niettemin blijven de routes min of meer complementair; in geval van een stremming of andere calamiteiten kan van de alternatieve route gebruik gemaakt worden. Van alle scheepsverkeer op de 'noord-zuidroute' in 1995 maakte bijna 40 procent gebruik van het traject over Oosterschelde. In dat jaar passeerden bij de sluisen van Hansweert ongeveer 45.000 schepen⁸. Het gemiddelde aantal schepen per jaar vertoonde in de periode 1985-1995 een lichte stijging (figuur 8.6). Daarentegen nam in dezelfde periode de verkeersintensiteit op de Schelde-Rijnverbinding toe. Opmerkelijk is de sterke stijging van het aantal schepen op deze route in periode 1987-1989. Deze toename valt samen met de totstandkoming van een getijvrije doorvaart op deze waterweg (*Hengst en Meur, 1996*).

⁸ Omdat de vaarroute min of meer vastligt en er nauwelijks afsplitsingen zijn geeft deze lokale telling een representatief beeld van het gebruik van de totale route.

Figuur 8.6

Aantallen schepen op de Noord-Zuid-route (1980-1995)



NB: De aanzienlijke afname van het aantal schepen in 1993 valt te wijten aan verbeteringswerken aan het Kanaal door Zuid Beveland, waarvoor het kanaal ruim zes weken geheel werd afgesloten.

De omvang van het goederenvervoer op een waterweg hangt behalve van het aantal schepen ook van het laadvermogen van deze schepen af. Het laadvermogen van de schepen op het 'Oosterscheldetraject' is licht toegenomen (figuur 8.7). Deze toename blijft evenwel achter bij de groei van de scheepsgrootte op de Schelde-Rijnverbinding. Vooral de grotere binnenschepen blijken in toenemende mate gebruik te maken van de Schelde-Rijnverbinding. De reden waarom is niet geheel duidelijk; beide routes zijn geschikt voor 'klasse VI'-binnenschepen. Waarschijnlijk vormen aansluitende scheepvaartroutes een beperkende factor voor de maximale scheepsomvang. Zo kan binnenvaart via Gent naar Frankrijk slechts plaatsvinden door 'klasse II'-schepen.

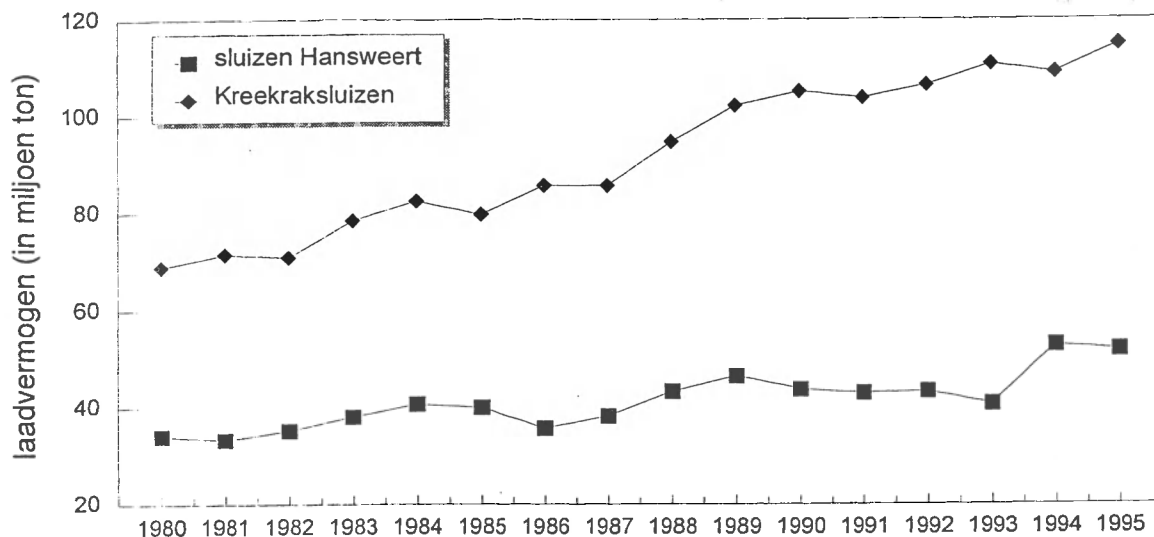
Overig gebruik door de scheepvaart

Buiten het genoemde traject maakt de beroepsvaart relatief weinig gebruik van de Oosterschelde. Bij de Roompotsluis passeren jaarlijks ongeveer 5000 schepen waarvan 4000 zeeschepen (figuur 8.8). Binnen deze laatste groep gaat het om 1400 vissersschepen en 1100 dienst- en werkvaartuigen. Dit aantal is min of meer stabiel. De scheepsintensiteit op de overige routes, zoals het traject *Kanaal door Walcheren- Veerse Meer- Oosterschelde* is nog geringer (Hengst en Meur, 1995, 1996).

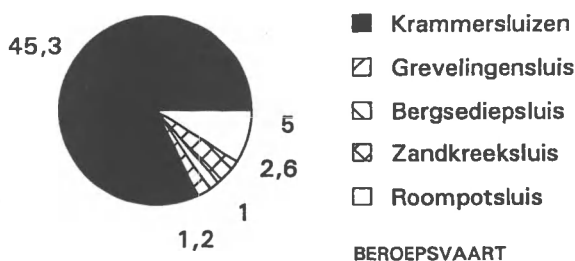
Veiligheidsrisico's

De kans op een verkeersongeval op een scheepsroute hangt af van factoren als verkeersdrukte, scheepstype, karakteristiek van de vaarweg, beheersmaatregelen (o.a. bebakening en radar), weersomstandigheden en menselijke fouten. Dankzij de huidige infrastructuur zijn een aantal gevaarlijke punten op de vaarroutes verdwenen. Zo verdwenen de kruising Schelde-Rijnverbinding/Tholense gat en de sluisen bij Wemeldinge. Bovendien is sinds begin 1989 de verkeerspost Wemeldinge operationeel. Van hieruit wordt scheepvaartinformatie en begeleiding verzorgd in het centrale deel van de Oosterschelde. Deze inrichtings- en beheersmaatregelen hebben ertoe geleid dat, ondanks meer scheepsverkeer (met een grotere scheepsomvang) het aantal ongevallen op de Oosterschelde vanaf 1989 gestaag afneemt (Ras en Schaleven, 1993).

Figuur 8.7
Ontwikkeling van het laadvermogen op de Noord-Zuidroute (1980-1995)



Figuur 8.8
Aantal sluispassages beroepsvaart (1995; *1000)
(Hengst en Meur, 1996)



Naast de kans op een ongeval zijn vooral de mogelijke gevolgen voor het milieu relevant. De kans dat bij een aanvaring schadelijke stoffen in het milieu terecht komen wordt grotendeels door de aard van de vervoerde lading bepaald. In 1995 werd bijna 26 miljoen ton aan lading over de Oosterschelde vervoerd. Ongeveer 27 procent daarvan werd volgens de VN-codetabel gekwalificeerd als 'gevaarlijke stoffen'. Dit is een breed scala van producten, variërend van brandstoffen tot chemische producten. In totaal werden in dat jaar ongeveer 350 verschillende, als gevaarlijk gekwalificeerde stoffen over de Oosterschelde vervoerd (Hengst en Meur, 1996).

8.4 Evaluatie toegankelijkheidsregeling

In 1990 zijn delen van de Oosterschelde in het kader van de Natuurbeschermingswet aangewezen als natuurmonument. Om het gebruik van de Oosterschelde te reguleren en te komen tot een zekere concentratie van activiteiten die kunnen leiden tot verstoring en aantasting van de natuurfunctie, is als onderdeel van deze aanwijzing een toegankelijkheidsregeling voor het Oosterscheldegebied ontworpen. Met deze toegankelijkheidsregeling is het mogelijk om het betreden van platen, slikken en schorren te reguleren. De regeling kent drie categorieën van toegankelijkheid: 'toegankelijk', 'beperkt toegankelijk' en 'niet toegankelijk' (Rotmensen, 1997).

In vergelijking tot de telling in 1989 blijkt dat het aantal stilliggende en varende

vaartuigen in de niet-toegankelijke gebieden zeer sterk is afgenomen. Het aantal personen dat slikken en platen in de niet- en beperkt-toegankelijke gebieden betreedt, meestal om zeeas te spitten, is beduidend afgenomen. In oevergebieden waar sinds 1990 niet meer gestoken mag worden, werden in 1989 nog gemiddeld 75 spitters per teldag geteld, terwijl dit aantal in 1994 was teruggelopen tot gemiddeld 7, een daling van 90 procent. Deze afname is beduidend groter dan de gemiddelde afname van het spitten. Het algemene beeld dat op basis van de tellingen kan worden geschetst is dan ook dat het aantal vaartuigen en recreanten in de niet-toegankelijke gebieden tot bijna nul is gedaald. Het bezoek aan beperkt-toegankelijke gebieden door zowel recreanten als schepen is met circa 65 procent gedaald. Er kan dan ook geconstateerd worden dat vier jaar na het in werking treden van de toegankelijkheidsregeling de gebruikers goed op de hoogte zijn van de regels (LNV, 1996).

Effecten op vogels

Een van de deelonderzoeken van het Recreatie Onderzoek Kustwateren (ROK) had betrekking op de effecten van menselijke verstoring op pleisterende (niet-broedende) watervogels in Waddenzee en Oosterschelde. Er is daarbij gekeken naar verschillende bronnen van menselijke verstoring. Het wadvogelonderzoek bevestigt dat als gevolg van activiteiten op platen en slikken (zoals pierensteken en droogvallen met vaartuigen) verstoring van de rust- en foerageerfunctie van de Oosterschelde optreedt. Bij de aanwijzing tot natuurmonument is destijds als verstoringsafstand voor vogels 400 meter gehanteerd. Op basis van vermeld onderzoek kan dit als de maximale afstand waarop nog verstoring van vogels kan plaatsvinden, worden beschouwd. Het onderzoek laat ook zien dat het aandeel van menselijke verstoringsbronnen ten opzichte van natuurlijke verstoringen (bijv. roofvogel, vos) relatief klein is, maar dat het effect van menselijke verstoring veel groter is (vaker vertrek uit een gebied).

Effecten op zeehonden

Een ander deelonderzoek van het ROK betrof nader onderzoek naar verstoringsafstanden en mogelijke effecten van verstoring op de Gewone Zeehond (Brasseur en Reijnders, 1994). Uit het verrichte literatuuronderzoek bleek verstoring de volgende effecten te kunnen hebben: (verhoogde) jeugdsterfte, stress, afwijkend gedrag en emigratie. Maar de mate waarin effecten optreden kon niet worden aangetoond, omdat er nog te weinig kennis voorhanden is. Voor het veldonderzoek zijn 80 experimentele verstoringen uitgevoerd in het Nederlandse Waddengebied. Dit veldonderzoek toonde aan, dat als een verstoring niet aanhield op het moment van een eerste zichtbare reactie van de zeehonden, deze korte tijd later weer tot rust kwamen. Als de verstoringsbron wel dichterbij kwam en de dieren te water gingen, was de rust langdurig verstoord. De afstand waarop de zeehonden een eerste reactie vertoonden varieerde, afhankelijk van het type verstoringsbron, van 400 tot 1200 m.

Enkele belangrijke conclusies die uit de evaluatie naar voren komen zijn:

- ▶ De toegankelijkheidsregeling levert in zijn algemeenheid een belangrijke bijdrage aan het instellen en instandhouden van rustgebieden voor vogels.
- ▶ Bij het instellen van rustgebieden om de zeehondenstand te herstellen, is het hanteren van een verstoringsafstand van 1200 m als veilige afstand juist. In de praktijk wordt vanaf de aanwijzing van de Oosterschelde als Natuurmonument, rond de meest kansrijke lokaties voor zeehonden reeds een niet-toegankelijke zone gehanteerd die groter is dan 1200 m. Het instellen van een vaar- en ankerverbod in de Oliegeul en een zone daaromheen gedurende de meest kwetsbare periode (1 maart - 1 oktober) minimaliseert het aantal verstoringen zeer sterk en blijft daarom wenselijk.
- ▶ De resultaten van de deelonderzoeken van het ROK geven geen aanleiding om de regeling en de ingestelde zonering te wijzigen (LNV, 1996).

9. Synthese

In deze synthese wordt besproken hoe het Oosterscheldesysteem in de rapportageperiode heeft gefunctioneerd. Er wordt daarbij teruggeblikt op de situatie en verwachtingen die beschreven zijn in het rapport Veilig Getij, dat betrekking had op de periode 1987-1990, direct na het gereedkomen van de stormvloedkering en de voltooiing van de compartimentering. Bovendien wordt een verwachting uitgesproken over de ontwikkelingen in de komende tijd. Daarbij is het van belang te onderkennen, dat die verwachtingen niet nauwkeurig kunnen zijn. De geconstateerde veranderingen zijn immers niet altijd significant. Lang niet alle processen zijn in evenwicht. Ook is de oorzaak en het gevolg van de, veelal kleine verschillen niet bekend.

Getijverschil

Het getijverschil zal rond 1997 maximaal zijn en neemt daarna tot 2006 weer af.

Het getijverschil bij Yerseke was in de periode 1991-1995 gemiddeld 331,3 cm (zie tabel 6.1). Dat is 1,7% meer dan in de periode 1987-1990. Zowel het GLW als het GHW is verlaagd, het eerste echter meer dan het laatste. Dit deed zich niet alleen voor in de Oosterschelde, maar ook op de Noordzee.

Het getijverschil is nog iets groter (gunstiger) dan de prognose van vóór 1987, ter grootte van 310 cm. Het gunstige getijverschil is echter van voorbijgaande aard, vanwege de periodieke fluctuaties van 4% over een periode van 18,6 jaar.

Middenstand

Als gevolg van de zeespiegelrijzing en het voortschrijden van de getijcyclus mag verwacht worden, dat de middenstand in de loop der jaren weer hoger komt te liggen.

Als gevolg van een ongelijke verlaging van zowel gemiddeld hoog- als laagwater lag het niveau hiertussen, de zgn. middenstand, in de rapportageperiode lager dan in de periode 1987-1990.

Stroomsnelheid

De maximale stroomsnelheid en de verblijftijd zullen niet of nauwelijks veranderen.

Over de periode 1988 tot 1995 is, zowel bij eb als bij vloed, een kleine toename in de stroomsnelheden vastgesteld. Die waren echter niet significant. In de huidige situatie is de maximale stroomsnelheid ± 1 m/s. Dat maximum treedt in de Schaar van Colijnsplaat op.

Verblijftijd

De verblijftijd van het water in de Oosterschelde varieert over het bekken en ligt momenteel in de orde van 10 tot 100 dagen. Het is een benadering die overeenkomt met eerdere prognoses en ook voor de toekomst nog geldt.

Getijvolume

Gezien de verwachte afname van het getijverschil zal het getijvolume in de toekomst weer iets afnemen.

Het gemiddelde getijvolume is tussen 1988 en 1995 iets toegenomen. De verwachting was, dat het gemiddelde getijvolume in de monding van de Oosterschelde na 1987 zou afnemen van $1240 \cdot 10^6$ m³ tot $880 \cdot 10^6$ m³. Het getijvolume in de periode 1990-1995 was, berekend als gemiddelde van het eb- en vloedvolume $915 \cdot 10^6$ m³.

Zoetwaterbelasting

Bij ongewijzigd beheer en normale neerslagomstandigheden valt geen significante verandering in de zoetwaterbelasting te verwachten. Deze wordt namelijk sterk beïnvloed door de neerslaghoeveelheden en de daarmee samenhangende polderwaterdebieten.

Vóór 1987 was de totale zoetwaterbelasting (waarbij uit de brakwaterbelasting het aandeel zoet water is berekend) 70 m³/s en de verwachting was, dat die tot 40 m³/s zou afnemen. Gemiddeld over de rapportageperiode bleek nog maar 20 m³/s zoet water op de Oosterschelde te komen. Het verschil wordt veroorzaakt door de lagere zoetwaterbelasting via de Krammersluis en de Bergsche Diepsluis en de toegepaste omrekening naar het aandeel zoet water in de brakke polderbelasting. Per jaar kunnen er grote verschillen zijn in zoetwaterdebieten, als gevolg van meteorologische omstandigheden.

Het chloridegehalte blijft hoog.

De nutriëntenconcentraties van stikstof, fosfor en silicium zullen nog iets afnemen, tot er evenwicht tussen de aanvoer via polderwater en aan- en afvoer (uitwisseling met de Noordzee) is bereikt. De Oosterschelde is dan een relatief nutriënten-arme (oligotrofe) zeearm.

Door de interne herverdeling van sediment blijft het oppervlak intergetijdgebied en schor structureel afnemen. De geulen zullen langzaam maar zeker ondieper worden.

De primaire productie zal, ook in de Noordelijke tak, op het huidige niveau blijven.

Als gevolg van de morfologische veranderingen zal op den duur het aantal vogels dat de intergetijdgebieden en schorren nodig heeft om te foerageren, te rusten of te ruïen, afnemen.

Zoutgehalte

Het zoutgehalte, uitgedrukt in chloridegehalte, wordt in belangrijke mate bepaald door de zoetwaterbelasting. In de Kom van de Oosterschelde is het chloridegehalte na 1987 eerst opgelopen van 16,7 naar 18,2 g Cl⁻/l in 1990, om daarna te dalen tot 16,4 g Cl⁻/l in 1995. In 1996 steeg het chloridegehalte weer tot 17,8 g Cl⁻/l. De relatief lage chlorideconcentratie van 1995 is altijd nog hoger dan de verwachte concentratie van 15,5 g Cl⁻/l.

Nutriënten

In het rapport Veilig Getij werd de verwachting uitgesproken, dat het stikstofgehalte in de Kom zou afnemen. Die verwachting had betrekking op de maximale winterconcentraties van het nitraat plus nitriet. In de periode 1990-1995 zijn die maximale winterconcentraties in de Kom wat hoger uitgekomen dan in de periode 1987-1990, als gevolg van relatief grote polderwaterlozingen. Dat geldt ook voor het totaal aan anorganisch stikstof: ammonium plus nitraat plus nitriet.

De jaargemiddelde concentratie van opgelost anorganisch stikstof, van opgelost anorganisch fosfaat en van silicium zijn daarentegen allemaal significant afgenomen. Die trend doet zich al sinds 1985 voor.

Morfologie

De afname van de slikken en platen is klein, maar is wel structureel en bedraagt 1,5% van het oppervlak per 5 jaar. De afname van het schoroppervlak bedraagt 4% per vijf jaar. De geulen zijn nog steeds te groot voor de optredende debieten. Dat betekent dat de zandhonger onverminderd groot blijft. Golfwerking zorgt voor een afvlakking van de bodem die onomkeerbaar is, en pas over lange tijd (eeuwen) in evenwicht zal komen.

Productiviteit

De jaarproductie van primaire producenten (fytoplankton) in de deelgebieden Monding, Middengebied en Kom is ná uitvoering van de Deltawerken ongeveer gelijk aan die in de voorafgaande periode. In de Noordelijke tak is de primaire productie echter groter geworden als gevolg van de grotere helderheid die daar, door het wegvallen van de getijstroom, is opgetreden. De jaarlijkse variatie in de productiviteit is in de gehele Oosterschelde nog steeds groot.

De chlorofyl-a concentratie, die een maat is voor de primaire productie, geeft een vergelijkbaar beeld. Voor een beoordeling zijn alleen de maximum chlorofylconcentraties bruikbaar. Er treden grote variaties op in die maxima en het niveau na de compartimentering is vergelijkbaar met de periode ervoor. Alleen in de Noordelijke tak zijn de maximum chlorofyl-a concentraties nu hoger dan vroeger. De concentraties aldaar waren soms in de (na)zomer hoger dan in het voorjaar, wat ook niet het geval is in de andere deelgebieden.

Flora en fauna

Hoewel er geen trends zijn waargenomen in de gemiddelde biomassa's en dichtheden van bodemdieren, zijn de totale biomassa's (exclusief suspensieeters) lokaal lager dan vóór 1990. Qua biomassa zijn bovendien de sedimenteters afgenomen in de getijdzone, met uitzondering van de Kom. Er zijn geen relaties te leggen met de ontwikkelingen in het plankton en de benthische diatomeeën.

De bodemdieren zijn als voedsel belangrijk voor de steltlopers die in het intergetijdgebied foerageren. Hoewel in de rapportageperiode op grond van de beschikbare gegevens geen grote veranderingen zijn geconstateerd in de bodemdieren, is in recente strenge winters de kokkeldichtheid afgenomen, ondanks het beleidsmatig reserveren van 70% van de gemiddelde voedselbehoefte van de scholekster. Door het grotendeels verdwijnen van de litorale (boven GLW gelegen) mosselpercelen en 'natuurlijke' mosselbanken was de scholekster juist meer op kokkels dan op mosselen aangewezen. En in strenge winters hebben scholeksters met weinig vetreserve minder kans om te overleven.

De oogst aan mosselen is toegenomen, maar dat heeft te maken met een andere teeltmethode. De toegenomen oppervlakte sublitorale mosselpercelen en het veranderd gebruik hiervan hebben mogelijk geleid tot een toename van de populatie Brilduikers (een eendensoort). Het verdwijnen van de litorale kweekmosselen heeft ook gevolgen gehad voor de begroeiing hierop. Het areaal zeesla is hierdoor afgenomen, de darmwieren zijn echter toegenomen.

De afname van het zeegras-areaal in de Oosterschelde is een feit. Die afname zou aan de lage zoetwatertoevoer geweten kunnen worden, en aan de daaraan gerelateerde lagere siliciumbelasting. Aangezien ook in de Waddenzee en op andere plaatsen in de wereld het zeegras-areaal afneemt door een complex aan factoren, zou er ook een andere oorzaak kunnen zijn.

De afname van het zeegras, dat een belangrijke voedselbron is voor Rotganzen, heeft geleid tot significant lagere aantallen van deze gans in het najaar. De ontwikkeling in de aantallen van de Smient lijkt daarop aan te sluiten. Van deze soort namen de aantallen toe in winter en voorjaar, maar niet in de herfst, wanneer de Smient foerageert op de slikken.

In de Oosterschelde zijn de totale aantallen visetende vogels: aalscholver, fuut en middelste zaagbek, toegenomen. De toename van de aantallen visetende vogels kan veroorzaakt zijn door de grotere helderheid en het toegenomen doorzicht van het water of de aanwezigheid van meer kleine vis in de Oosterschelde.

Over de vissen in de Oosterschelde is weinig bekend. Er zijn berichten uit de sportvisserij dat er vanaf schepen en vanaf de oever door sportvissers minder vis wordt gevangen dan "vroeger". Uit berichten van en over duikers mag worden afgeleid, dat het aantal kreeften in de Oosterschelde is toegenomen. Het aantal zeehonden is toegenomen. Dat is het gevolg van het actieve herstelbeleid van de waterbeheerder. Zieke zeehonden kunnen in Pieterburen herstellen en worden dan teruggeplaatst. Er zijn de laatste jaren zelfs jongen geboren; mogelijk hebben de maatregelen die de rust moeten verzekeren daaraan bijgedragen.

De begroeiing op onderwaterbestortingen heeft een hoge natuurwaarde en een grote aantrekkingskracht op beoefenaars van de duiksport. De totale lengte dijkvakken met waardevolle begroeiingen in de getijdzone is echter afgenomen.

De biotische diversiteit in de Oosterschelde zal waarschijnlijk veranderen, omdat de habitats waar de organismen leven ook nog steeds veranderen. De diversiteit is echter niet of moeilijk te kwantificeren, vooral omdat gegevens ontbreken en omdat er geen norm of methodiek is om de diversiteit mee aan te geven. Zo staan bijvoorbeeld tegenover vogelsoorten die in aantal zijn toegenomen andere soorten die zijn afgenomen. In tabel 9.1 worden de veranderingen in aantallen en aanwezigheid van organismen, voor zover bekend, globaal aangegeven.

Gebruksfuncties

Het aantal ligplaatsen voor recreatievaartuigen wordt beleidsmatig vastgesteld. Er zijn geen bewijzen dat de toename van het aantal ligplaatsen in de periode 1990-1995 effect heeft gehad op het ecologisch functioneren van de Oosterschelde, al mag een aantasting van de vogelfunctie wel worden verwacht.

De verkeersintensiteit van de beroepsvaart op de zgn. Noord-Zuidroute is in de laatste acht jaren stabiel gebleven. Wel is het gemiddelde laadvermogen toegenomen.

De verwachting is dat natuurontwikkeling in de binnendijkse randgebieden positieve gevolgen voor de aantallen broedvogels zal hebben.

Verwacht wordt, dat er bij toepassing van bestortings- en bekledingsmaterialen meer gekozen zal worden voor alternatieve steensoorten die een goede begroeiing tot gevolg hebben.

Het totale laadvermogen in de beroepsvaart zal naar verwachting toenemen, omdat het economisch goed gaat in Nederland en Vlaanderen.

Tabel 9.1

Veranderingen aantallen en aanwezigheid van organismen in de Oosterschelde (vergelijking 1991-1995 met 1987-1990)

| | |
|---|---------------|
| begroeiing op hardsubstraat | - |
| areaal natuurlijke kokkelbanken | - |
| areaal autochtone zeesla | - |
| areaal darmwieren | + |
| biomassa van sedimenteters (eulitoraal) | - |
| biomassa sedimenteters (Kom) | + |
| plaagalgen: | |
| <i>Dinophysis acuminata</i> | nihil |
| <i>Phaeocystis sp.</i> | na 1992 nihil |
| Zeekreeften | ++ |
| Bonte strandlopers | + |
| Kanoetstrandlopers | + |
| Brilduikers | + |
| Futen, Aalscholvers en Middelste Zaagbekken | + |
| Scholeksters | -- |
| Zilverplevieren | + |
| Smienten (in winter en voorjaar) | + |
| Rotganzen (in najaar) | - |
| Rosse grutto's | - |
| Rosse grutto's (sector Oost) | verdwenen |
| Zeehonden | + |

- afgenomen
+ toegenomen

Tenslotte is hierna tabel 7.1 uit het rapport "Veilig getij" geactualiseerd, dat betrekking had op de periode 1987-1990. Daarbij zijn dezelfde grootheden ingevuld, maar nu voor de periode 1991-1995 (tabel 9.2).

Tabel 9.2

Situatie 1991-1995 en relatieve veranderingen ten opzichte van 1987-1990.

| | | situatie '91-'95 | verandering in % t.o.v. 1987-1990 |
|---|------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Water | | | |
| gem. getijverschil Yerseke | (m) | 3,31 | +1,8 |
| max. stroomsnelheid | (m/s) | 1 | geen |
| verblijftijd | (d) | 10-100 | geen |
| gem. getijvolume | (m ³ *10 ⁶) | 915 | +4 |
| zoetwaterbelasting (debiet) | (m ³ /s) | 20 | -20 |
| chloride - Kom (max. jaarconc.) | (g Cl/l) | 17,8 | +1,7 |
| stikstof - Kom (max. NO ₂ -N + NO ₃ -N) | (mg N/l) | 0,65 | +30 |
| Bodem | | | |
| oppervlakte totaal | (km ²) | 351 | geen |
| wateroppervlak NAP | (km ²) | 304 | geen |
| intergetijdegebied | (km ²) | 112,5 | -1,5 |
| schorren | (km ²) | 6,2 | -4 |
| Biota | | | |
| primaire productie | (gC/m ² /jr) | 250-640 | +50 (lokaal) |
| zoöplankton | (gC/m ²) | 0,37-0,55 | geen |
| visgewicht mossel | (%) | onbekend | onbekend |
| dichtheid steltlopers | (n/ha) | 13 | geen |
| Gebruk | | | |
| oogst mosselen | (*100 kg/jr) | 380000 | +43 |
| oogst kokkelvlees | (ton/jr) | 1500 | -70 |
| vaste ligplaatsen watersport | (n) | 2474 | +15 |
| passanten ligplaatsen watersport | (n) | 341 | -40 |
| scheepvaart | (schepen/jr) | 45000 | geen |

N.b.: oogst mosselen inclusief schelp; oogst kokkels exclusief schelp

10. Aanbevelingen

Voor een aantal onderwerpen in dit bekkenrapport bleek er sprake te zijn van leemten in de kennis en/of het ontbreken van voldoende bruikbare gegevens. Om afdoende antwoord te kunnen geven op vragen die de maatschappij stelt en de kwaliteit van volgende (bekken)rapportages te kunnen garanderen, is het aan te bevelen om aanvullend onderzoek te verrichten danwel lopend onderzoek aan te passen. Daarom wordt hier een overzicht gegeven van de ontbrekende informatie en worden suggesties gedaan hoe deze hiaten weg te werken.

Algemeen

In de synthese van dit bekkenrapport is een tabel opgenomen (tabel 9.2), waarin een aantal parameters is gekwantificeerd. De keuze voor deze parameters is gestoeld op de rapportage Veilig Getij. De kengetallen voor de periode 1991-1995 konden zo vergeleken worden met de periode 1987-1990. Het belangrijkste doel van het Bekkenrapport Oosterschelde was echter niet een vergelijking met de zgn. EOS-periode, maar een rapportage met naslagwaarde. Hieruit volgt dat, hoewel een terugblik niet mag ontbreken, een bekkenrapport tevens een hernieuwde nul-situatie dient weer te geven. Dit heeft de nodige consequenties voor het nauwgezet kwantificeren van de parameters en de manier waarop deze worden gepresenteerd. Aanbevolen wordt in de volgende bekkenrapportages overzichtelijk en goed toegankelijk, zo mogelijk per deelgebied, alle relevante parameters voor beheer en beleid te presenteren.

Getij en stromingen

Van getij en stromingen is geen goede T_0 - situatie van na de Stormvloedkering beschikbaar. De gegevens die hiervoor nodig zijn, zijn echter wel beschikbaar. Hoewel ze nog met "verouderde" apparatuur zijn ingewonnen en de programmatuur niet meer operationeel is, is het gewenst deze alsnog uit te werken.

Morfologie

Het verdient aanbeveling meer proceskennis te verwerven, o.a. met betrekking tot de interne herverdeling van sediment. De effecten van zandhonger, voornamelijk een afname van het intergetijdegebied, kunnen worden gevolgd met het bestaande monitoringprogramma. Niet duidelijk is, welke invloed de (versnelde) zeespiegelrijzing en de trendmatige versterking van de getijbeweging op de zandhonger hebben. Wellicht zijn de resultaten uit onderzoek in de Westerschelde ook van belang voor de Oosterschelde en kan de daar opgedane kennis en ervaring worden gebruikt om inzicht te krijgen in de te verwachten morfologische processen. Een tweede vraag betreffende de zandhonger is, welke invloed de stormvloedkering en de ontgrondingskuilen hierop hebben. De opslibbing op schorren wordt bepaald met behulp van kaolienveldjes. Geadviseerd wordt dit onderzoek voort te zetten, naast de hoogte-metingen.

Primaire productie

De primaire productie kan worden gezien als een graadmeter voor de voedselproductie voor schelpdieren en andere bodemdieren, en heeft daarmee een relatie met natuur- en gebruiksfuncties. In de Oosterschelde wordt de primaire productie niet routinematig bepaald, omdat deze bepaling kostbaar is. De gegevens vertonen daarom hiaten. Om een goed inzicht in de voedselproductie te krijgen en te houden verdient het aanbeveling meer aandacht aan dit onderwerp te besteden.

Ook de bepaling van de primaire productie van het microfytobenthos is zeer arbeidsintensief. In het licht van een kosten-batenanalyse is het de vraag wat dit onderzoek oplevert, gezien de grote fluctuaties op korte termijn en de

afwezigheid van veranderingen op de lange termijn. De noodzaak van het onderzoek staat ter discussie.

Biodiversiteit

In het algemeen geldt voor de ecologie, dat niet bekend is hoe de soortensamenstelling is veranderd in de periode dat de Oosterschelde zich van estuarium tot zeearm heeft ontwikkeld. Het zal slechts beperkt mogelijk zijn dit alsnog te onderzoeken, omdat projectmatige biomonitoring pas in 1989 van start is gegaan.

Vegetatie

In 1996 is een totaal-kartering van de schorren uitgevoerd. Doordat de resultaten hieruit te laat vrij kwamen, zijn ze niet in deze bekkenrapportage opgenomen. Naar verwachting zijn de resultaten uit de kartering van 2001 wel bruikbaar voor het volgende bekkenrapport Oosterschelde over vijf jaar. De meetmethode en -frequentie ten aanzien van zeegrassen is goed bruikbaar; voortzetting hiervan verdient aanbeveling.

Luchtfoto-Interpretatie

Uit luchtfoto's en satellietbeelden (Remote Sensing) kan veel fysisch-biologische informatie worden verkregen, zoals arealen en bodemligging van intergetijdegebied, typering van (schor)vegetaties en bodemdierenlevensgemeenschappen. Inzicht in de relaties tussen het beeld op luchtfoto's en de situatie in het veld kan een waardevolle aanvulling geven op o.a. de morfologische en biologische monitoring, die om budgettaire redenen veelal niet gebiedsdekkend zijn. In dit licht is het zinvol de resultaten van de ecotopenkartering in de Westerschelde af te wachten. Wanneer de resultaten hieruit bevredigend zijn, is het wenselijk een ecotopenkartering in de Oosterschelde uit te voeren.

Bodemdieren

Een belangrijke biotische parameter in het ecotopenonderzoek zijn de bodemdieren. Wellicht is het gebiedsdekkende ecotopenonderzoek beter geschikt om relaties te leggen met bijvoorbeeld vogels dan het reguliere bodemdierenonderzoek. Dit laatste is wel geschikt om de ontwikkelingen op enkele vaste lokaties te volgen via relevante tijdreeksen.

In de Voordelta en op de Roggenplaat in de Oosterschelde is onderzoek verricht naar de effecten van de kokkelvisserij op bodemdieren. Dit onderzoek wordt in 1997 gerapporteerd en daarmee afgesloten. De voorlopige resultaten van dit onderzoek tonen aan dat het gewenst is meer inzicht te krijgen in deze effecten, en gefundeerd vervolgonderzoek wordt aanbevolen.

Vissen

Door het Rijks Instituut voor Visserij Onderzoek wordt jaarlijks een bemonstering van niet-commerciële vissoorten in de Oosterschelde verricht. De resultaten daarvan worden periodiek gerapporteerd. Een bezwaar van dit onderzoek is dat het maar eenmaal per jaar wordt verricht en derhalve slechts een momentopname is met een beperkte bruikbaarheid. Nu kan bijvoorbeeld geen onderbouwde reactie worden gegeven op signalen over afgenomen visvangsten. Deze kennislacune kan wellicht betrekkelijk eenvoudig opgelost worden, o.a. door het re-activeren van het zogenaamde fuikenonderzoek en/ of door een meer intensieve samenwerking en uitwisseling met het RIVO.

Recreatie

Door de Provinciale Waterstaat worden recreatietellingen verricht in de gehele provincie Zeeland. Hoewel globaal het ruimtegebruik wel duidelijk is, is geen antwoord te geven op vragen omtrent aantallen en trends. Bovendien is het gedrag van recreanten niet bekend. Wellicht zou, samen met de Provincie Zeeland, getracht moeten worden om de invloed van de recreatie op de ecologie beter in beeld te krijgen.

Literatuur

-
- Anonymus, (in prep.)
 Regionaal Beheersplan Nat (BPN). Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1997
- AquaSense, 1996
 De sublitorale hard-substraat levensgemeenschappen in de Oosterschelde. De ontwikkeling in de periode 1991-1995. In opdracht van Rijksinstituut voor Kust en Zee/ RIKZ. Rapport nr. 96.0938
- Bakker, C., 1994
 Zoöplankton species composition in the Oosterschelde (SW Netherlands) before, during and after the construction of a storm-surge barrier. *Hydrobiologia* 282/283: 111-126
- Bakker, C. & P. van Rijswijk, 1994
 Zoöplankton biomass in the Oosterschelde (SW Netherlands) before, during and after the construction of a storm-surge barrier. *Hydrobiologia* 282/283: 127-143
- Berchum, A.M. van & A.J.M. Meijer, 1997
 Hardsubstraat-levensgemeenschappen in de getijdzone van de Oosterschelde. Toestand 1993-1995 en vergelijking met 1983-1985. Rapport RIKZ-97.006
- Berkel, N. van, 1996
 Kwaliteit van het zwevend slib in de Oosterschelde, de Westerschelde, de Noordzee (Voordelta) en de Belgische kust in de periode 1992-1995. Studentenverslag, Rijkswaterstaat, Directie Zeeland
- Brasseur, S.M.J.M. & P.J.H. Reijnders, 1994
 Invloed van diverse verstoringbronnen op het gedrag en habitatgebruik van gewone zeehonden: consequenties voor de inrichting van het gebied. Wageningen, IBN-DLO. Rapport 113
- Bruin, A.H. de & P.M.A. Klinkers, 1995
 Waterrecreatie in de Oosterschelde, Voordelta en Waddenzee. Een onderzoek naar watersporters in kustwateren naar motieven, gedragingen en bestedingen. DLO-Staring Centrum, Wageningen. Rapport 385
- Dijk, J.J. van, 1997
 Interne notitie ministerie LNV (niet gepubliceerd)
- Eck, G.T.M. van, 1994
 Chemische maatlatten zoute watersystemen. Risicobeoordeling Nederlandse zoute watersystemen voor de watersysteemverkenningen. Rapport RIKZ/AB-94.865X, Rijkswaterstaat/RIKZ
- Eerden, M.R. van & Gregersen J., 1995
 Long-term changes in the northwest European population of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea* 83: 61-79
- Fent, K., 1996
 Ecotoxicology of Organotin Compounds. *Critical Reviews in Toxicology*, volume 26, issue 1, 1996
- GEOMOR, 1984
 Geomorfologische processen Oosterschelde, een "pilot" study. Rijkswaterstaat, Geomor Nota 84.01
- Heesen, P., 1995
 Actieve Biologische Monitoring (ABM) met de Mossel *Mytilus edulis*: evaluatie van het Mosselmeetnet 1989-1992. Rapport RIKZ-95.034
- Hengst, P. en W.J. Meur, 1996
 Scheepvaart bij sluisen en bruggen in Zeeland, kerncijfers 1995, Rijkswaterstaat, Directie Zeeland
- Jong, P.D. de, 1997
 Aantalsfluctuaties van enige niet commerciële vissoorten in het Schelde estuarium en de Voordelta, 1987-1995. Rijksinstituut voor visserijonderzoek. RIVO-DLO Rapport CO24/97
- Jong, Z. de, 1993
 Schorren in de Oosterschelde: Veranderingen van de morfologie, de bodem en de vegetatie, tijdens en na de aanleg van de stormvloedkering, analyse en prognoses. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren
- Jong, D.J. de, P.H. Nienhuis & B.J. Kater, 1994.
 Microfytobenthos in the Oosterschelde estuary (The Netherlands), 1981-1990; consequences of a changed tidal regime. In: Nienhuis, P.H. & A.C. Smaal, 1994. The Oosterschelde estuary (The Netherlands): a case-study of a changing ecosystem.
- Koeman, R., M. Rademaker & A. Buma, 1992
 Biomonitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute en brakke wateren 1991. Rapport TRIPOS Rijswijk/Haren

- Koeman, R., M. Rademaker & W. Gremmen, 1991
Biomonitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute en brakke wateren 1990. Rapport TRIPOS Rijswijk/Haren
- Koeman, R., M. Rademaker & A. Buma, 1992
Biomonitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute en brakke wateren 1991. Rapport TRIPOS Rijswijk/Haren
- Kohsiek, L.H.M., J.P.M. Mulder, T. Louters en F. Berben, 1987
De Oosterschelde naar een nieuw onderwaterlandschap. Eindrapport project Geomor. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren, Middelburg. Nota DGW.AO 87.029
- Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ministerie van, 1996
Evaluatie toegankelijkheidsregeling Natuurmonument Oosterschelde, Directie Zuidwest
- Meijer, A.J.M. & A.C. van Beek, 1988
De levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdzone van de Oosterschelde, typologie, kartering, relaties met substraat, oppervlakteberekeningen, gevolgen van dijkaanpassingen
- Meininger, P.L., 1992
Kustbroedvogels en de Oosterscheldewerken. De Levende Natuur 93: 152-158
- Meininger, P.L., Berrevoets C.M. & Strucker R.C.W., 1994
Watervogeltellingen in het zuidelijk Deltagebied, 1987-91. Rapport RIKZ-94.005. Rijksinstituut voor Kust en Zee, NIOO-CEMO, Middelburg/Yerseke
- Meininger, P.L., Berrevoets C.M. & Strucker R.C.W., 1995a
Watervogels in de Zoute Delta, 1991-94. Rapport RIKZ-95.025. Rijksinstituut voor Kust en Zee, NIOO-CEMO, Middelburg/Yerseke
- Meininger, P.L., Berrevoets C.M. & Strucker R.C.W., 1996a
Watervogels in de Zoute Delta, 1994/95. Rapport RIKZ-96.009. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg
- Meininger, P.L., Berrevoets C.M. & Strucker R.C.W., 1996b
Kustbroedvogels in het Deltagebied in 1995. Werkdocument RIKZ 96.807X. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg
- Meininger, P.L., Berrevoets C.M. & Strucker R.C.W., 1997a
Watervogels in de Zoute Delta, 1995/96. Rapport RIKZ-97.001. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg
- Meininger, P.L. & S. Dirksen, C.M. Berrevoets, R.C.W. Strucker, R. Lensink, J. van der Winden, 1997b
Watervogels in de Oosterschelde, 1987-1996. Achtergrondstudie Bekkenrapportage Oosterschelde. Bureau Waardenburg bv, Culemborg/ Rijksinstituut voor Kust en Zee. Rapport BW 96.61. RIKZ/OS-97.814X
- Meire, P.M., Schekkerman H. & Meininger P.L., 1994
Consumption of benthic invertebrates in the Oosterschelde estuary, SW Netherlands. Hydrobiologia 282/283: 523-546
- Mes, C.L., 1991
De economische betekenis van de visserij op de Oosterschelde, provincie Zeeland, stafbureau economisch onderzoek & datavoorziening
- MILBOWA, 1991
Notitie Milieukwaliteitsdoelstellingen bodem en water. Den Haag, 1991
- Moorsel, G.W.N.M. van, 1996
Ontwikkelingen van levensgemeenschappen op sublitorale harde substraten in de Oosterschelde, periode 1989-1995. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 96.57
- Nienhuis, P.H & Smaal A.C. (eds.), 1994
The Oosterschelde estuary (the Netherlands): a case study of a changing ecosystem. Reprinted from Hydrobiologia. Vol. 282/283 (1994). Kluwer Academic Publishers
- Oosterlaan, W.M.A & Zagers L.M., 1996
Veranderingen in de hydrodynamiek en morfologie van het Oosterscheldebekken in de periode 1990-1995. Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek Utrecht. Rapport R 96-22.
- Phernambucq, A.J.W., J.P.W. Geenen, H.L. Barreveld & P. Molegraaf, 1996
Speuren naar sporen III: Verkennend onderzoek naar milieuschadelijke stoffen in de zoete en zoute watersystemen van Nederland. Metingen 1993. Rapport RIKZ-96.016, Nota RIZA 96.035, Rijkswaterstaat RIKZ/RIZA
- Provinciale VVV Zeeland, 1996
Ontwikkeling van de recreatievaart in het Deltagebied 1995, Middelburg
- Ras, S.L. & M.J. Schaleven, 1993
Calamiteitenbestrijdingsmiddelen bij scheepvaartwegen in Zeeland, notitie AX 92.129, RWS, Directie Zeeland
- Ritsema, R., 1994
Dissolved Butyltins in Marine Waters of the Netherlands Three Years After the Ban. Appl. Organomet. Chem. nr. 8, 1994

- Rotmensen, G.J., 1997 (in prep.)
Gebruikers van de Oosterschelde, Werkdocument RIKZ/AB-97.831X
- Santbergen, L.L.P.A., 1993
Regionota Zeeuwse Rijkswateren 1993-1996. Nota AX 93.031, Rijkswaterstaat directie Zeeland
- Schekkerman, H., Meininger P.L. & Meire P.M., 1992
Watervogels en de Oosterscheldewerken. *Levende Nat.* 93: 147-152
- Schekkerman, H., Meininger P.L. & Meire P.M., 1994
Changes in the waterbird populations of the Oosterschelde (SW Netherlands) as a result of large-scale coastal engineering works. *Hydrobiologia* 282/283: 509-524
- Smaal, A.C & Boeije R.C., 1991
Veilig Getij, de effecten van de waterbouwkundige werken op het getijdemilieu van de Oosterschelde. Nota GWWS 91.088 Rijkswaterstaat DGW/directie Zeeland
- Smedes, F., 1994
Butyltin verbindingen in water 4 jaar metingen 1990 t/m 1993. Werkdocument RIKZ/IT-94.611x, Rijkswaterstaat/RIKZ, 1994
- Smit, W., W.P. Davidse, J. de Jager, M.H. Smit, C. Taal & M.O. van Wijk, 1996
Visserij in cijfers 1995, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), afdeling visserij, periodieke rapportage 31-95
- Stikvoort, E.C., 1997
Ontwikkeling zachtsub-benthos Oosterschelde 1990-1995. Concept werkdocument RIKZ, Middelburg
- Storm, C., 1994
Experimentele schorverdedigingen Zuidgors en Slaak onder de loep. Een eerste evaluatie van de experimenten aan de hand van de monitoring van voorjaar 1992 t/m voorjaar 1994. Rijkswaterstaat. RIKZ/OS-94.813X
- Stuurgroep Oosterschelde, 1982
Beleidsplan Oosterschelde, 1982
- Stuurgroep Oosterschelde, 1992
Evaluatie Beleidsplan Oosterschelde
- Stuurgroep Oosterschelde, 1995
Beleidsplan Oosterschelde, 1995
- Stuurgroep Oosterschelde 1989, 1993 en 1994
Recreatietellingen 1989, 1993 en 1994, Oosterschelde, Voordelta en deel Westerschelde, Stuurgroep Oosterschelde/Provincie Zeeland.
- Tank, F.T.G., 1995
Bodemligging Galgeplaat, Oosterschelde. Veranderingen in de morfologie tussen 1987 en 1994. Universiteit Utrecht, Instituut voor Marien en Atmosferisch Onderzoek Utrecht. Rapport R 95-2
- Teunissen-Ordeman, H.G.K. et al., 1995
Organochloorbestrijdingsmiddelen. Watersysteemverkenningen 1996, een analyse van de problematiek in aquatisch milieu. RIZA Nota 95.039, Rijkswaterstaat/RIZA
- TRIPOS, 1994
Biomonitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute en brakke wateren 1993. Rapport TRIPOS nr. 94003
- TRIPOS, 1995
Biomonitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute en brakke wateren 1994. Rapport TRIPOS nr. 95003.1
- TRIPOS, 1996a
Biomonitoring van fytoplankton in de Delta 1992. Rapport TRIPOS nr. 94.0002/0023
- TRIPOS, 1996b
Biomonitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute en brakke wateren 1995. Rapport TRIPOS nr. 96.0008a
- Vegter, F. & P.R.M. de Visscher, 1987
Nutrients and phytoplankton primary production in the marine tidal Oosterschelde estuary (The Netherlands) *Hydrobiol. Bull.* 21: 149-158
- Vereeke, S. & Vroon J., 1991
Veilig Getij. Beheer en gebruik Stormvloedkering Oosterschelde, ervaring en bijstelling. Nota AX 91.090 Rijkswaterstaat directie Zeeland. Middelburg
- Verkeer en Waterstaat, Ministerie van, 1989
Derde Nota waterhuishouding (Water voor nu en later). Tweede Kamer vergaderjaar 1988-1989
- Verkeer en Waterstaat, Ministerie van, 1992
Beheersplan voor de Rijkswateren 1992 - 1996. Den Haag
- Verkeer en Waterstaat, Ministerie van, 1993
Saneringsprogramma Waterbodembodem Rijkswateren 1993-2010. Den Haag

Verkeer en Waterstaat, Ministerie van, 1994

Evaluatienota Water. Regeringsbeslissing. Tweede Kamer der Staten-Generaal vergaderjaar 1993-1994, 21250 nrs. 27-28

Verkeer en Waterstaat, Ministerie van, 1995

Saneringsprogramma Waterbodem Rijkswateren 1996-2010. Den Haag

Wattel, G., 1994

Veerse Meer. Evaluatie systeemontwikkeling. Periode 1988-1993. Rapport RIKZ-94.046

Wattel, G., 1996

Grevelingenmeer: uniek maar kwetsbaar. De ontwikkelingen in de periode 1990-1995. Rapport RIKZ-96.014. ISBN nr. 90-369-0395-5

Weck, A.W. van der, 1994

Bodemligging Oosterschelde, Veranderingen in de morfologie van platen en slikken sinds de aanleg van de Stormvloedkering. Universiteit Utrecht, IMAU R 94-1

Werner, M.H.J., S.M.J.M. Brasseur, E.H. Ries & P.J.H. Reijnders, 1995

Habitatgebruik, activiteitspatroon en gedrag van teruggezette, gerevalideerde gewone zeehonden in de Oosterschelde: winterperiode 1993/1994. Wageningen, IBN-DLO. Rapport 180

Wetsteyn, L.P.M.J., 1997

Fyto- en zoöplankton in de Oosterschelde. Werkdocument RIKZ/OS-97.807x

Wetsteyn, L.P.M.J. & J.C. Kromkamp, 1994

Turbidity, nutrients and phytoplankton primary production in the Oosterschelde (The Netherlands) before, during and after a large-scale coastal engineering project (1980-1990). *Hydrobiologia* 282/283: 61-78

Ysebaert, T. & P. Meire, 1991

Het macrozoöbenthos van de Westerschelde en de Beneden Zeeschelde. Rapport WWE 12/IN A92.085, Rijksuniversiteit Gent en Instituut voor Natuurbehoud, Gent/Hasselt

Verklarende woordenlijst (naar Veilig Getij)

| | |
|---------------------------|--|
| algenbloei | bovennormale concentraties van algen |
| allochtoon | van elders aangevoerd |
| asvrijdrooggewicht | (ADW) biologische maat voor het gewicht van organismen; het gewicht van het organische materiaal |
| autochtoon | oorspronkelijk in een bepaald gebied thuishorend/ ter plaatse levend |
| biomassa | gewicht van het levend materiaal |
| compartimentering | afscheiding van delen van het Oosterscheldebekken d.m.v. dammen t.b.v. zoet-zout-scheiding en regulering van het getijverschil |
| debiet | hoeveelheid water die op een bepaald punt per tijdseenheid passeert |
| diversiteit | verscheidenheid, zoals aantal en voorkomen van soorten en levensgemeenschappen |
| draagkracht voor functies | het maximum gebruik dat er van een gebied gemaakt kan worden zonder de eigenschappen van het gebied schade te berokkenen |
| draagkracht voor soorten | het maximum aantal individuen van een soort dat in een gebied kan overleven |
| droogvalduur | duur van de getijcyclus minus de overspoelingsduur |
| duurzaam functioneren | de kenmerkende elementen en processen van het systeem kunnen zich op een natuurlijke wijze handhaven |
| duurzaam gebruik | een zodanig gebruik dat er op zowel korte als lange termijn geen afbreuk wordt gedaan aan de waarden |
| duurzame ontwikkeling | een ontwikkeling die voorziet in de eigen behoeften zonder de mogelijkheden van toekomstige generaties in gevaar te brengen |
| ecosysteem | systeem van levende organismen en hun omgeving, dat min of meer begrensaar is |
| eulitoraal | (getijdezone) gebied tussen gemiddeld hoog- en laagwater |
| expositie | blootstelling aan milieu-omstandigheden |
| filterfeeder | dier dat zijn voedsel uit het water filtert |
| foerageren | voedsel zoeken |
| fotische zone | zone in het water, waarin genoeg licht doordringt voor de fotosynthese |
| fytoenthos | op of in de bodem levende planten (algen en zeegrassen) |
| getijvolume | hoeveelheid water die per getij een bepaalde grens passeert |
| gradiënt | geleidelijke verandering van een grootheid in een bepaalde richting |

| | |
|----------------------|--|
| habitat | soortspecifieke levensruimte van een plant of dier |
| herbivoor | dier dat van planten leeft |
| hydrodynamica | leer van de beweging van vloeistoffen |
| kolomproductie | primaire produktie uitgerekend voor een waterkolom van een gemiddelde diepte in een bepaald gebied |
| komberging | hoeveelheid water tussen twee bepaalde niveau's |
| kombergingsproduktie | primaire produktie uitgerekend voor een gebied rekening houdend met het kombergingsvolume |
| kombergingsvolume | de hoeveelheid water tussen de hoog- en laagwaterlijn in een gebied |
| levensgemeenschap | functioneel samenhangend geheel van planten en dieren in een bepaald gebied |
| litoraal | getijdezone |
| meertopsstorm | een storm die bij achtereenvolgende hoogwaters een waterstandsverhoging veroorzaakt zodanig, dat de schuiven van de stormvloedkering bij de achtereenvolgende hoogwaters gesloten worden |
| middenstand | gemiddelde waterstand tussen hoog- en laagwater, komt circa overeen met NAP |
| mineralisatie | afbraak van organische stof tot anorganische bestanddelen door bacteriën |
| morfologie | leer en beschrijving van de vormen van het aardoppervlak |
| nutriënten | anorganische voedingsstoffen voor planten |
| plaagalg | algen die schade veroorzaken door hoge biomassa's of anderszins effecten veroorzaken, zoals toxiciteit of zuurstofgebrek |
| plaat | bij eb droogvallende, niet aan land grenzend gebied |
| populatie | groep individuen van een bepaalde soort |
| primaire produktie | vorming van organische stof via de fotosynthese |
| schorren | buitendijkse gebieden met een zoutminnende vegetatie, die regelmatig door zout water wordt overspoeld |
| sedimenteters | bodemdieren die leven van materiaal uit de bodem |
| sessiel | vastzittend |
| slikken | bij eb droogvallende en aan land grenzende gebieden |
| stratum | dieptezone |
| sublitoraal | gebied beneden gemiddeld laagwater |
| suspensie-eters | bodemdieren die leven van microscopisch kleine deeltjes in het water |
| substraat | materiaal waar een plant of dier zich in of aan hecht |
| taxa | soorten en geslachten |

| | |
|--------------|---|
| telemetrisch | registratie op afstand (via zendertjes) |
| transect | dwarsdoorsnede van een bepaald gebied |
| verblijftijd | gemiddelde tijd dat een waterdeeltje in een bepaald gebied aanwezig is |
| voedselweb | het geheel van soorten van een levensgemeenschap met hun onderlinge voedselrelaties |
| vogeldag | één dag door een vogel in een gebied doorgebracht |
| zandhonger | de behoefte aan zand van een getijdegeul waarvan het getijvolume is afgenomen |
| zoöbenthos | op of in de bodem levende dieren |
| zoöplankton | in het water levende microscopisch kleine dieren |

Colofon

Auteurs

A.M. van Berchum (eindred.) en G. Wattel (projectleider)

Projectgroep

A.C. Smaal, A.M.B. Holland, A. Langerak, G.J. Rotmensen, P.L. Meininger,
D.J. de Jong, L.P.M.J. Wetsteijn, G. Wattel, A.M. van Berchum (RIKZ)
C. Storm, E.A. Daemen, J. Coosen (Rijkswaterstaat, Directie Zeeland)
J. Brillman (Provincie Zeeland, Directie Ruimte, Milieu en Water)

Bijdragen

AquaSense B.V. (Amsterdam)
Breed Overleg Deltawateren
Bureau Waardenburg B.V. (Culemborg)
Delta Project Management (Culemborg)
Landbouw Economisch Instituut-Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Ministerie van LNV, directie Visserij
Ministerie van LNV, directie Zuid-West
NIOO-CEMO (Yerseke)
Productschap Vis (Rijswijk)
Provincie Zeeland, directie Ruimte, Milieu en Water
Rijksuniversiteit Utrecht
Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek (Yerseke)
Waterschap Zeeuwse Eilanden

Illustraties

overzichtskaart en omslag: J.C.B. Eykman (RIKZ, Visuele Vormgeving)

Druk

Meetkundige Dienst, afd. Grafische Technieken, Delft

Informatie

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Postbus 8039
4330 EA MIDDELBURG
Telefoon: (0118) 67 22 00



Wageningen UR library
P.O.Box 9100
6700 HA Wageningen
the Netherlands
www.library.wur.nl



10000910200161



Overzichtskaart Bekkenrapportage Oosterschelde 1991-1995

Bewerking van kaart 5, uit het beleidsplan Oosterschelde 1995

Verklaring

Morfologische eenheden

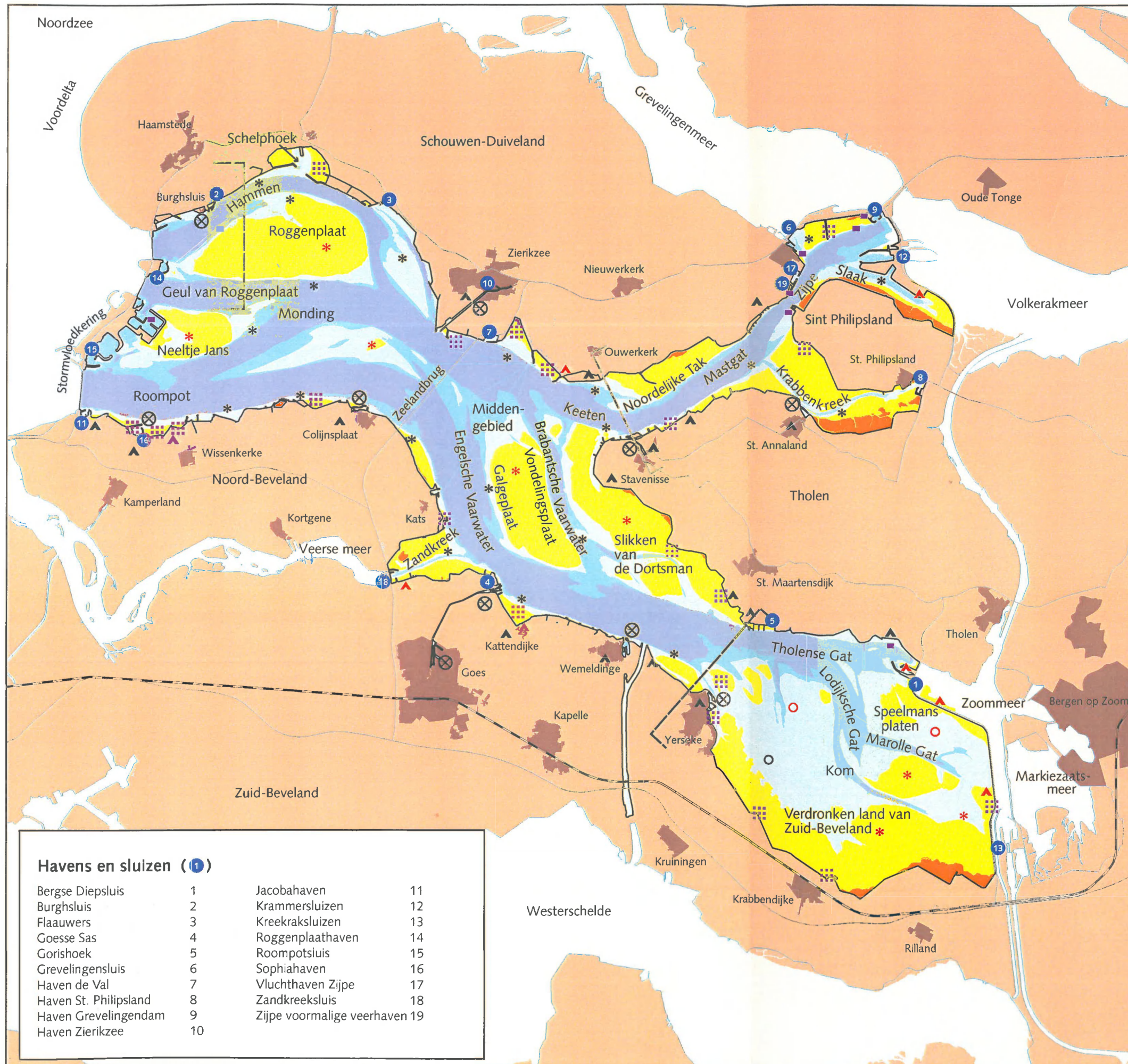
- schor
- platen/slikken
- NAP -1.39 m tot -5.00 m
- NAP -5 m tot -10 m
- NAP -10 m
- dijk of strekdam

Recreatie

- ⊗ jachthavens > 60 ligplaatsen
- ▲ verblijfsrecreatie
- ▲ dagrecreatie
- spitlocatie (zie kaart 'Beschermd natuurmonument Oosterschelde')

Visserij

- * kokkelvisserij
- * mosselcultuur
- oestercultuur
- schelpdierhangcultuur
- verwaterpercelen
- gebieden gesloten voor mosselzaaden en kokkelvisserij en visserij met wekkerkettingen (noordelijke tak, westelijk deel Roggenplaat)
- gebied gesloten voor alle sleepnetvisserij m.u.v. schelpdieren (Kom)



Havens en sluisen (1)

| | | | |
|-----------------------|----|----------------------------|----|
| Bergse Diepsluis | 1 | Jacobahaven | 11 |
| Burghsluis | 2 | Krammersluizen | 12 |
| Flaauwers | 3 | Kreekraksluizen | 13 |
| Goesse Sas | 4 | Roggenplaathaven | 14 |
| Gorishoek | 5 | Roompotsluis | 15 |
| Grevelingensluis | 6 | Sophiahaven | 16 |
| Haven de Val | 7 | Vluchthaven Zijpe | 17 |
| Haven St. Philipsland | 8 | Zandkreeksluis | 18 |
| Haven Grevelingendam | 9 | Zijpe voormalige veerhaven | 19 |
| Haven Zierikzee | 10 | | |