

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

*Voortgangsrapportage periode 1997 - 1998
rapport 3*

Project MOnitoring VErruiming Westerschelde (MOVE)

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zeeland
Nota AXW-99.005, April 1999



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zeeland

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Verruiming van de vaarweg	9
1.2 Monitoring verruiming	9
1.3 Voortgangsrapportages	9
1.4 Leeswijzer	10
2 Stand van zaken uitvoering Verruimingsverdrag	11
2.1 Baggeren en storten	11
2.2 Geulwandverdedigingen	14
2.3 Wrakopruiming	16
2.4 Natuurcompensatie	16
3 Resultaten monitoring 1997-1998	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Morfologie	17
3.3 Getijbeweging en zout	24
3.4 Chemie	26
3.5 Biologie	28
Literatuurlijst	34
Begrippenlijst	35



Voorwoord

Op 17 januari 1995 hebben Vlaanderen en Nederland een verdrag gesloten over de verruiming van de vaargeul in de Westerschelde ten behoeve van vergroting van de toegankelijkheid van de haven van Antwerpen. Tijdens de uitvoering van dit verdrag worden omvangrijke werken uitgevoerd in de Westerschelde en haar mondingsgebied, zoals het verwijderen van wrakken en andere obstakels, het plaatselijk met baggerwerk verruimen van de vaargeul, het plaatselijk verdedigen van geulwanden en het uitvoeren van compensatiewerken in verband met het verlies aan natuurwaarden. Na het van kracht worden van de Vergunningwet Westerschelde zijn de bagger- en stortwerkzaamheden op 30 juni 1997 gestart.

Voor u ligt de eerste voortgangsrapportage van het project MOVE (MONitoring Verruiming Westerschelde). In dit rapport worden waargenomen ontwikkelingen in de periode 1997-1998 beschreven voor een aantal morfologische, fysische, chemische en biologische aspecten. Het is belangrijk om deze ontwikkelingen te kennen; de gehanteerde bagger- en stortstrategie kan ermee worden bijgesteld, desnoods kan een nieuwe strategie opgesteld worden, en met grotere kennis van het systeem kunnen effecten van toekomstig beheer beter worden ingeschat.

De waargenomen veranderingen zullen in de toekomst, zodra voldoende meetgegevens voorhanden zijn, worden getoetst aan de verwachtingen zoals geformuleerd in hypothesen. Deze hypothesen hebben betrekking op ontwikkelingen in de Westerschelde over een periode van 15 tot 25 jaar als gevolg van autonome processen en de verruimingswerken.

De resultaten uit het voortgangsrapport en de onderliggende werkdocumenten worden onder andere gebruikt bij het opstellen van een tussentijdse evaluatierapportage, die in de zomer van 1999 zal verschijnen. Deze evaluatie dient onder andere om te bekijken welke eisen na 1 januari 2001 aan de Vlaamse bagger- en stortwerkzaamheden gesteld moeten worden.

Dit voortgangsrapport is het derde rapport in de serie MOVE rapporten. Eerder verschenen het rapport "De toestand van de Westerschelde aan het begin van de verdieping 48'/43'" (Mol, G. et al., 1997) en het plan van aanpak getiteld "Beoordeling van de effecten van de verdieping 48'/43'" (Jong, J.E.A. de, 1996).

In de twee voorgaande MOVE rapporten wordt soms gesproken over verdieping van de vaargeul, soms over verruiming. Binnen MOVE is afgesproken om vanaf nu consequent de officiële terminologie uit het Verdrag inzake de verruiming van de vaarweg in de Westerschelde te hanteren. Dit om verwarring te voorkomen. Voor alle duidelijkheid: onder verruimen wordt verstaan verdiepen en verbreden van de vaargeul.

Voor meer informatie en het opvragen van rapporten kunt u contact opnemen met de heer ing. G.M. Krijger van Directie Zeeland, afdeling Integraal Waterbeheer (AXW) telefoon: 0118-686460.

De projectleider, drs A.W. van Kleef



bron: BEELDLEVERANCIERS

Samenvatting

Aanleiding

Medio 1997 is Vlaanderen gestart met uitvoering van de verruimingswerkzaamheden (= verbreding en verdieping) in de vaarweg van de Westerschelde. Rijkswaterstaat directie Zeeland heeft in 1996 een monitoringprogramma opgezet om de effecten van deze werkzaamheden op de morfologie, chemie en biologie van het watersysteem in beeld te brengen (project MOVE = MONitoring VErruiming Westerschelde). Voor u ligt de eerste voortgangsrapportage van MOVE.

Centraal in de aanpak van MOVE staan hypothesen over de ontwikkelingen in de Westerschelde voor de eerstkomende 15 tot 25 jaar. Dit eerste voortgangsrapport beschrijft waargenomen ontwikkelingen op hoofdlijnen op basis van meetgegevens uit 1996, 1997 en 1998. Voor zover mogelijk wordt getracht de effecten van de verruimingswerken te scheiden van autonome en andere beïnvloedingsfactoren. Zo kunnen ontwikkelingen nog deels het gevolg zijn van oude ingrepen en worden niet alleen gestuurd door de verruiming en natuurlijke processen. Om de ontwikkelingen in de morfologie van het systeem goed te kunnen beschrijven is een onderverdeling gemaakt in een oostelijk, midden en westelijk deel. De meetperiode is nog te kort om eenduidige conclusies te kunnen trekken over de hypothesen.

Verruimingswerkzaamheden: stand van zaken

De baggerwerkzaamheden in de Westerschelde ten oosten van de lijn Vlissingen/Breskens zijn volgens planning uitgevoerd. In een periode van 13 maanden (gedurende 1997 en 1998) is in totaal 17,6 miljoen m³ bodemmateriaal gebaggerd en gestort. Dit is minder dan de verwachte (maximale) hoeveelheid van circa 24 miljoen m³). De maximaal te storten hoeveelheden baggerspecie per stortlocatie zijn niet overschreden. De aanleg van geulwandverdedigingen, om te voorkomen dat de vaargeul in de buitenbochten teveel in de richting van de dijken beweegt, verloopt volgens planning. Het tegengaan van verdere uitbochting dient 3 doelen:

- handhaven van een goede belijning van de vaargeul;
- beschermen van slikken en schorren;
- op termijn voorkomen van ondermijning van de hoogwaterkering.

In 1997-1998 zijn de effecten van de aanleg van een geulwandverdediging bij Bath gemeten. Gebleken is dat de geul ter plaatse van de bestorting niet verder landinwaarts beweegt. Ten westen van de bestorting lijkt de zogeheten 'inscharring' verder te gaan.

Wrakken en andere obstakels die in de vaargeul en de ankergebieden liggen worden in het kader van de verruiming geheel of gedeeltelijk boven water gehaald. In totaal zullen circa 60 objecten worden opgeruimd over een periode van 6 jaar. Als compensatie voor het verlies aan natuurwaarden als gevolg van de verruiming wordt het Natuurcompensatieprogramma Westerschelde uitgevoerd. Hierin worden buitendijkse en binnendijkse natuurcompensatieprojecten en projecten die een kwaliteitsimpuls opleveren voor natuurontwikkeling in het kader van het Natuurbeleidsplan en het herstel van kreken voorzien. Momenteel zijn enkele projecten in voorbereiding.

Resultaten metingen 1997-1998

In dit rapport wordt ingegaan op een aantal morfologische, chemische en biologische parameters waarvan al voldoende meetgegevens voorhanden zijn. Er zijn nog te weinig gegevens voorhanden om een volledig beeld te kunnen presenteren van biologische en ecologische ontwikkelingen in de Westerschelde.

Hiervoor zijn gegevens over een langere periode nodig. In volgende voortgangsrapportages zal hier dieper op worden ingegaan.

Morfologische ontwikkelingen

In het westelijk deel (monding) is de inhoud van de hoofdgeul (= vaarweg) volgens verwachting toegenomen, terwijl het areaal niet meetbaar is veranderd. Met andere woorden: de vaarweg is wel dieper, maar niet breder geworden. De omvang van de nevengeulen is zowel in inhoud als in oppervlak, zoals verwacht, afgenomen. Deze afname en de (geringe) afname van het plaatareaal hebben plaatselijk tot een toename van het ondiepwater-gebied geleid. Mogelijk betreft het hier een tussenfase van een ontwikkeling, die uiteindelijk uitmondt in een afname van het ondiepwater-gebied.

In het middendeel is zowel het areaal als de inhoud van de hoofdgeul toegenomen. De nevengeulen zijn, in geringe mate, in omvang afgenomen. Ondiepwater-gebied is verloren gegaan. Het plaatareaal is volgens verwachting enkele hectaren uitgebreid; het slikken- en schorrenareaal is licht afgenomen.

In het oostelijk deel is de hoofdgeul in areaal en inhoud toegenomen, wat areaal betreft minder dan verwacht. De nevengeulen hebben zich verruimd. In het Valkenissegebied is het plaatareaal afgenomen. Het slik/schorareaal is verder afgenomen. Het areaal ondiep water is tegen de verwachting in toegenomen. Waarschijnlijk is dit een tijdelijke ontwikkeling in de beginfase.

Waterstanden en getijverschillen

Effecten van de verruiming op waterstanden en getijverschillen worden naar verwachting zichtbaar op een termijn van 10-15 jaar. Er zijn nog geen significante effecten van de verruiming op waterstanden en getijverschillen bij normale getijomstandigheden waargenomen.

Getijvolumes, debieten, stroomsnelheden, zout

Door de grotere getijdoordringing en de sterke reductie van stortingen in het oostelijk deel wordt daar een toename van de getijvolumes verwacht. Op termijn zal door de hoofdgeul 5 tot 15% meer water stromen, in de nevengeul daardoor minder. Deze herverdeling zal al voor een belangrijk deel direct na het op diepte brengen van de drempels optreden. De stroomsnelheden in de hoofdgeul zullen naar verwachting met 10 tot 20% toenemen. De geschetste verwachtingen

zijn nog niet zichtbaar geworden in de meetgegevens. Het zoutgehalte is, conform de verwachting, niet verhoogd.

Water- en waterbodempkwaliteit

De verwachting is dat de waterkwaliteit niet verslechtert als gevolg van de verruiming. Het wijzigen van de stortstrategie heeft vooralsnog, conform de verwachting, geen nadelige effecten op de waterbodempkwaliteit in het westelijk deel van de Westerschelde.

Biologie

Morfologische veranderingen hebben hun effect op het voorkomen van verschillende ecotopen (= leefgebieden voor planten en dieren).

Voor het beoordelen van effecten van verruimingswerken is daarom in MOVE gekozen voor de ecotopenbenadering. Hierbij wordt verondersteld dat er een eenduidige relatie bestaat tussen het ecotooptype en de daarin voorkomende planten en dieren. Op basis van veranderingen in ecotooparealen kunnen uitspraken worden gedaan over veranderingen in potenties voor soorten organismen (aantal en biomassa).

Er zijn nog te weinig meetgegevens voorhanden om uitspraken te kunnen doen over de effecten van de verruimingswerken op ecotooparealen, aantallen en biomassa's van soorten planten en dieren. Deze rapportage geeft een beschrijving van de eerste meetresultaten voor fytoplankton (primaire productie), steltlopers, de vogelfunctie van de Hooge Platen en schorren in de Westerschelde. In 2001 zal een ecotopenkartering plaatsvinden en zal uitvoeriger over de biologische aspecten worden gerapporteerd.

1 Inleiding

1.1 Verruiming van de vaarweg

Op 17 januari 1995 hebben Vlaanderen en Nederland een verdrag gesloten over de verruiming van de vaargeul in de Westerschelde ten behoeve van de scheepvaart naar Antwerpen. Tijdens de uitvoering van dit verdrag worden omvangrijke werken uitgevoerd in de Westerschelde en haar mondingsgebied:

- het verwijderen van wrakken en andere obstakels die liggen in de vaargeul en in de anker- en noodankergebieden,
- het plaatselijk verruimen door te baggeren, van de vaargeul en het verruimen en eventueel verplaatsen van anker- en noodankergebieden,
- het plaatselijk verdedigen van geulwanden,
- compensatiewerken in verband met het verlies aan natuurwaarden.

Na het van kracht worden van de Vergunningwet is de verruiming 48'/43' op 30 juni 1997 gestart.

1.2 Monitoring Verruiming

De verruimingswerken beïnvloeden de fysica, chemie en biologie/ecologie van de Westerschelde. Rijkswaterstaat directie Zeeland is in 1996 gestart met het project MOVE (MONitoring Verruiming Westerschelde) om ontwikkelingen in de Westerschelde en met name de gevolgen van de verruimingswerken in beeld te brengen. Op grond van de resultaten kan het waterbeheer indien nodig in de toekomst worden aangepast.

Om efficiënt en doeltreffend te monitoren, is een methodiek gekozen waarbij hypothesen (stellingen over verwachte veranderingen) zijn opgesteld over belangrijke en markante aspecten van het watersysteem. Deze hypothesen lopen als een rode draad door alle MOVE-rapporten.

MOVE is een uitgebreid meetprogramma. De meetresultaten worden gebruikt voor het toetsen van de verwachte veranderingen. Over 15-25 jaar kan pas echt gesproken worden over toetsing van de hypothesen. Tussendoor worden de waargenomen veranderingen beschreven en vergeleken met de verwachte ontwikkelingen. Er wordt dan met name gekeken naar trendbreuken. Voor zover mogelijk wordt getracht de effecten door de verruimingswerken te scheiden van auto-

nome ontwikkelingen en andere beïnvloedingsfactoren. (natuurlijke processen, menselijke ingrepen in het verleden)

In 1997 is een T0-rapportage (Mol, G., et al, 1997) opgesteld, waarin de toestand en de ontwikkelingen van het hele watersysteem van vóór de verruimingswerkzaamheden zijn weergegeven.

Voor een uitgebreide uiteenzetting van het project wordt verwezen naar het Plan van Aanpak (Jong, J.E.A., et al, 1996). Hierin is onder andere aangegeven welke doelstellingen MOVE nastreeft, hoe het monitoringsprogramma is opgezet en welke fasering is aangebracht.

1.3 Voortgangsrapportages

De voortgang van de verruimingswerken en de ontwikkeling van de Westerschelde, in fysische, chemische en biologische zin, zal in beginsel jaarlijks worden gerapporteerd. Monitoringsresultaten van de wrakkenopruiming en de geulwandverdedigingen (met uitzondering van de hypothesen die hierop betrekking hebben) worden niet in MOVE behandeld. In deze rapportage wordt hierop niet verder ingegaan. Dit geldt ook voor het Natuurcompensatieprogramma.

Deze voortgangsrapportage is de eerste sinds de aanvang van de verruimingswerken in juni 1997. Het rapport gaat in op de onderwerpen waarover al voldoende meetgegevens beschikbaar zijn. De beschrijvingen zijn gebaseerd op onderliggende werkdokumentten over morfologie (Groenenberg, M. et al, april 1999), baggeren en storten (Jong, J.E.A. de, april 1999), getij (Dekker, L., april 1999) en chemie & biologie (Berchum, A., et al, 1999) waarin uitgebreider en meer gedetailleerd wordt ingegaan op de verschillende onderwerpen.

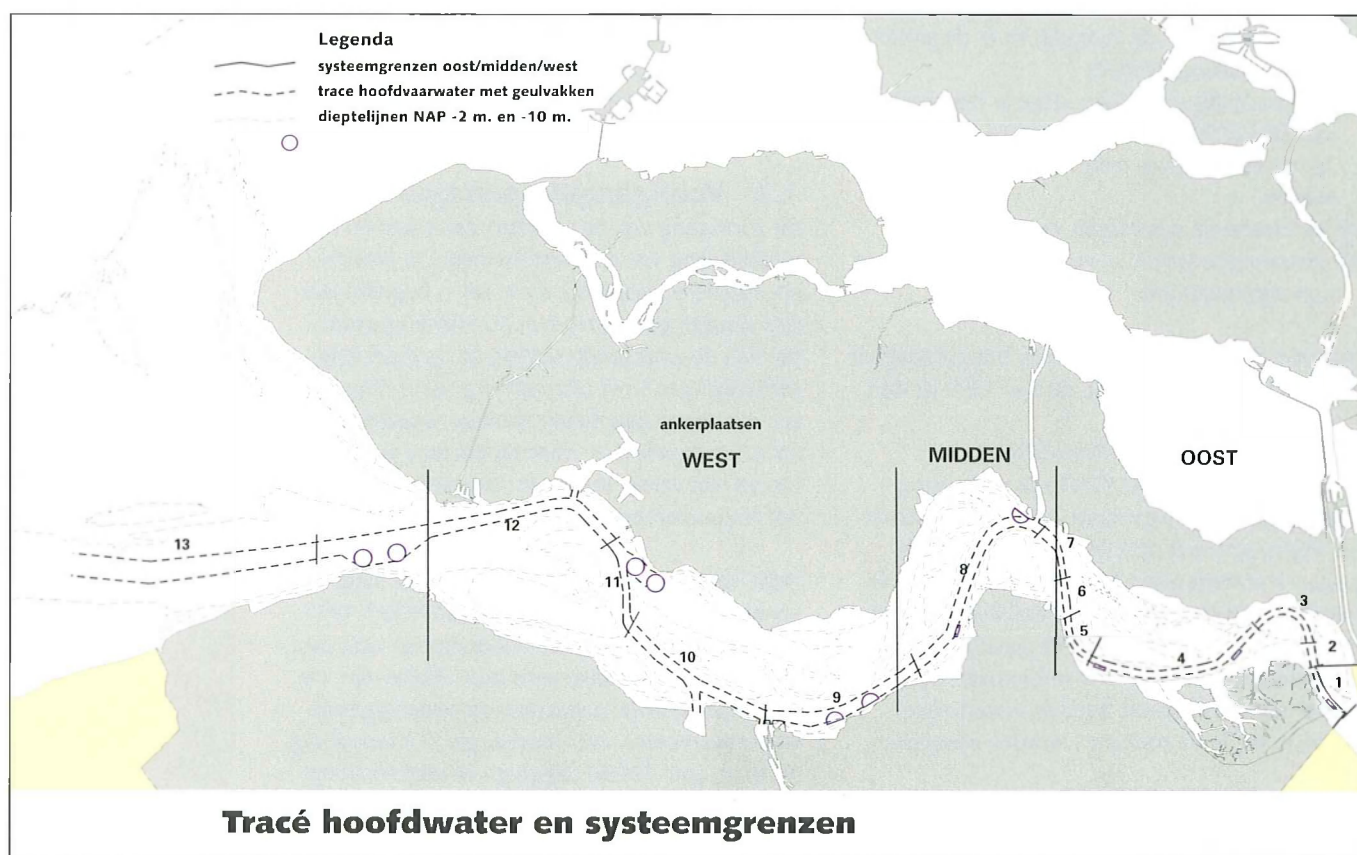
De resultaten van dit voortgangsrapport worden gebruikt bij het opstellen van een tussentijdse evaluatierapportage, die medio 1999 zal verschijnen. Rijkswaterstaat evalueert onder andere de bagger- en stortstrategie en zal de evaluatie gebruiken voor het opstellen van een nieuwe baggervergunning die voor 1 januari 2001 gereed moet zijn.

1.4 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk (H2) wordt kort ingegaan op de verruimingswerkzaamheden, geulwandverdedigingen, wrakopruiming en het natuurcompensatieprogramma. Hoofdstuk 3 bespreekt de resultaten van het monitoringsprogramma, waarin achtereenvolgens de verschillende disciplines (morfologie, fysica, chemie en biologie) aan bod komen. De onderwerpen worden op hoofdlijnen doorgenomen, waarbij de ontwikkelingen voor de gehele Westerschelde centraal staan. Detailinformatie is zo beperkt mogelijk gehouden en is terug vinden in de eerder genoemde werkdocumenten.

Voor een goede beschrijving van de morfologische veranderingen is een opdeling gemaakt in een oostelijk, midden en westelijk deel (zie figuur 1). Deze opdeling is nuttig in verband met verschillen in morfologische structuur en de gekozen bagger- en stortstrategie (minder baggerspecie storten in het oosten, meer in het midden en westen).

Achterin het rapport is een begrippenlijst opgenomen, ter verduidelijking van een aantal wetenschappelijke termen.



Figuur 1

2 Stand van zaken uitvoering Verruimingsverdrag

2.1 Baggeren en storten

Na het van kracht worden van de Vergunningwet op 30 juni 1997 is de verruiming 48'/43'' gestart. De werkzaamheden voor de verruiming zijn vastgelegd in de Baggervergunning (11-12-'95) welke geldig is tot en met 31 december 2000. De vergunning is door Rijkswaterstaat aan de Vlaamse overheid verstrekt. De werkzaamheden houden in hoofdzaak in (figuur 2):

- Het verlagen van de bodem in de hoofdvaarweg naar Antwerpen op acht plaatsen (dremfels) met 1 tot 1,5 m.
- Het verbreden op diverse plaatsen van de hoofdvaarweg.
- Het storten van het vrijkomende bodemmateriaal volgens een vastgestelde stortstrategie.

De planning van de verruimingswerkzaamheden bestrijkt ongeveer vier jaar; twee jaar voor de Westerschelde ten oosten van de lijn Vlissingen-Breskens en twee jaar voor het mondingsgebied.

Er zijn twee soorten baggerwerk:

- Onderhoudsbaggerwerk: Het baggerwerk welke jaarlijks nodig is om de hoofdvaarweg naar Antwerpen op de vereiste diepte en breedte te houden. Vóór de uitvoering van de verruiming bedroeg dit voor het gedeelte ten oosten van Vlissingen/Breskens gemiddeld 9 Mm³ per jaar. De verwachtingen zijn dat na de verruiming van dit gedeelte het jaarlijkse baggerwerk zal oplopen tot 14 Mm³ per jaar.
- Initieel baggerwerk: Het baggerwerk dat extra verricht wordt om de verruimingswerkzaamheden uit te voeren. Dit is dus eenmalig. In het gedeelte ten oosten van Vlissingen/Breskens kan dit oplopen tot maximaal 15 Mm³; in de monding tot 4 Mm³.

Note 1:

De uitvoering moet het mogelijk maken dat schepen met een diepgang van 48 voet in één getij opwaarts de havens van Antwerpen kunnen bereiken. Daarnaast wordt bereikt dat schepen met een diepgang van 43 voet in één getij afwaarts kunnen varen, terwijl schepen met een diepgang van 38 voet onafhankelijk van het getij zowel op- als afwaarts kunnen varen.

Het storten van het vrijkomende bodemmateriaal kan tot verschillende morfologische en ecologische effecten leiden. Te denken valt aan het verlies van van nature optredende dynamiek en het verlies van diversiteit in leefgebieden voor planten en dieren (waaronder schorren, slikken en ondiepwater-gebieden). In het verleden traden deze effecten met name op in het oostelijk deel van de Westerschelde. In de baggervergunning voor de verruiming 48/43 is een nieuwe stortstrategie opgenomen waardoor deze problemen zoveel mogelijk worden voorkomen en waarmee de baggerinspanning wordt geminimaliseerd.

De stortstrategie komt in hoofdzaak op het volgende neer:

- Het zoveel mogelijk storten in het westelijk deel van de Westerschelde.
- Het beperken van het aantal stortplaatsen in het oostelijk deel: de stortplaatsen nabij het Land van Saeftinghe mogen niet meer worden gebruikt (Konijnenschor en Baalhoek).
- Het uitbreiden van stortplaatsen in het westelijk en middendeel (Ellewoutsdijk en Biezelingse Ham).
- Het vaststellen van maximaal te storten hoeveelheden voor stortplaatsen in het midden- en oostelijk deel. In tabel 1 is weergegeven hoeveel de maximale jaarlijkse hoeveelheden per stortplaats zijn,
- Het verplaatsen van de stortplaats Everingen met 1,5 km in oostelijke richting.

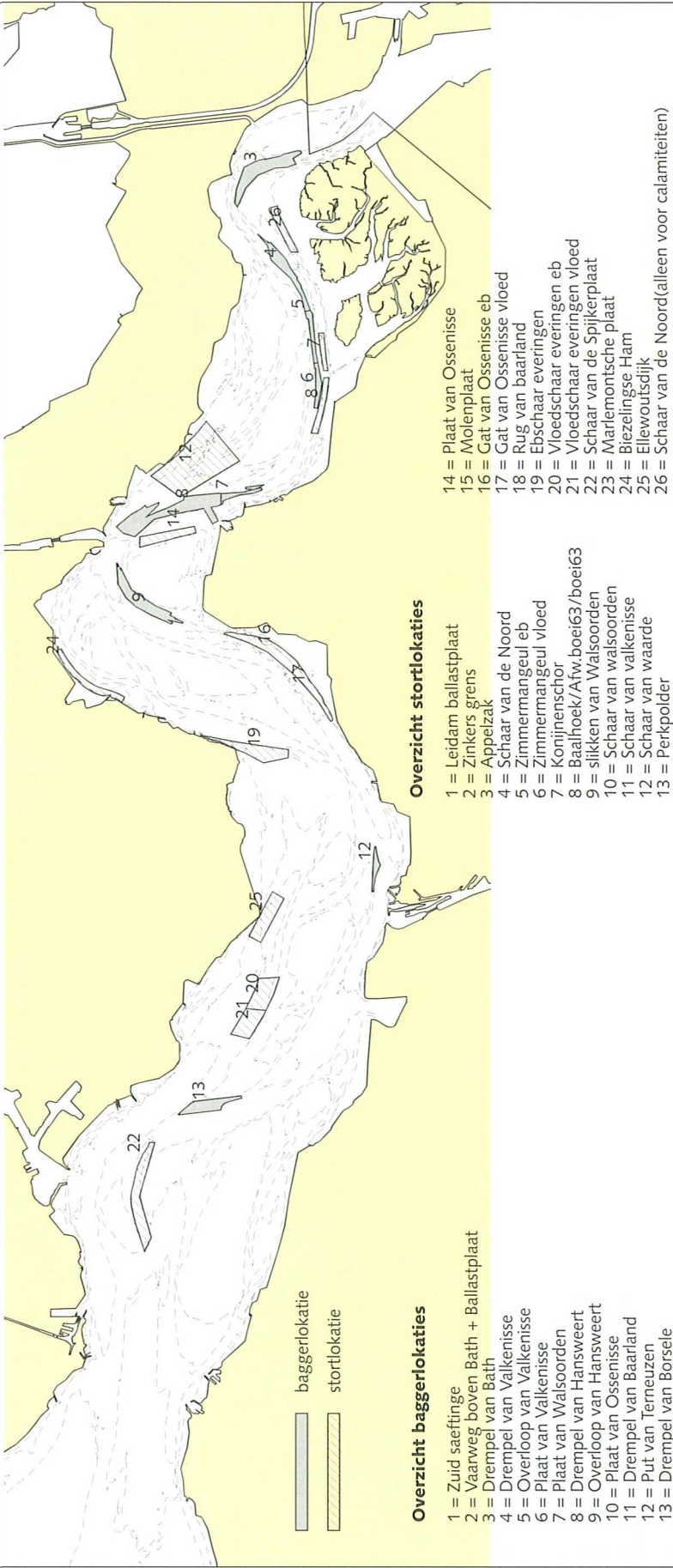
In de Vergunningwet is ten aanzien van het storten nog extra bepaald dat jaarlijks ten hoogste 20 Mm³ gestort mag worden.

Nr.	Stortlocatie	Maximaal
26 12 14	Schaar van de Noord Schaar van Waarde Platen van Ossenisse	gezamenlijk 1 miljoen m ³ (gelijkmatig verdelen)
16/17 19 24	Gat van Ossenisse Ebschaar Everingen Biezelingse ham	gezamenlijk 5 miljoen m ³ (gelijkmatig verdelen)

Tabel 1: maximale jaarlijkse storthoeveelheden

Figuur 2

Bagger- en stortlokaties 1997/98



Stand van zaken:

Tussen 1 juli 1997 en 31 juli 1998 is (met korte onderbrekingen) met vijf sleephopperzuigers gewerkt aan de verruiming van het Westerschelde deel, oostelijk van de lijn Vlissingen/Breskens. De werken zijn zeer vlot uitgevoerd; de drempels zijn al volledig op diepte gebracht. In de planning was hiervoor twee jaar uitgetrokken. De aanpassing van de vaarbreedten voor de hoofdvaarweg zal niet worden uitgevoerd. Dit geldt ook voor de aanleg van de geplande noodankerplaatsen.

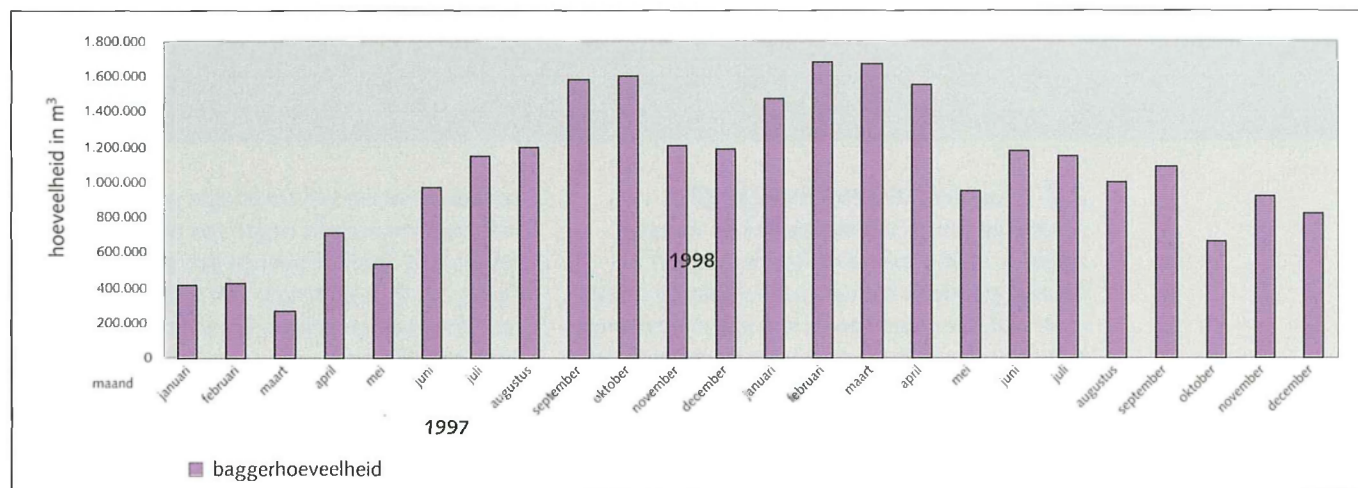
Figuur 3 geeft de maandelijkse baggerhoeveelheden in 1997 en 1998. In die periode (13 maanden) is in totaal 17,6 Mm³ gebaggerd. Dit is zowel onderhoudsbaggerwerk als initieelbaggerwerk. Het aandeel initieel baggerwerk bedroeg 7,5 Mm³. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat niet alle vaarbreedten zijn aangepast en dat ten gevolge van morfologische

aanpassingen van de geuldelen tussen de drempels de komende jaren nog aanvullend baggerwerk op de drempels nodig zal zijn. De verwachting dat het initieel baggerwerk niet meer zal bedragen dan 15 Mm³ lijkt vooralsnog juist.

In de verruimingsperiode is tevens vastgesteld dat de maximaal te storten hoeveelheden per stortplaats niet zijn overschreden.

Detailinformatie over de baggerwerken is weergegeven in een werkdocument over het baggeren en storten in 1997 en 1998 (Jong, J.E.A. de, april 1999).

In april 1999 zal met het verruimingswerk worden begonnen in de monding van de Westerschelde (ten westen van de lijn Vlissingen/Breskens).



Figuur 3 Maandelijkse gebaggerde hoeveelheden 1997 - 1998



2.2 Geulwandverdedigingen

Als gevolg van de verruiming van de vaargeul zullen de stroomsnelheden ten oosten van Terneuzen geleidelijk toenemen. Hierdoor zal erosie in de buitenbochten van de hoofdgeul toenemen, met een toenemend gevaar voor de scheepvaart en de stabiliteit van de waterkering als resultaat. Tevens gaan delen van ecologisch waardevolle slikken en schorren verloren. Dit proces manifesteerde zich reeds ten gevolge van eerder uitgevoerde verruiming.

Op plaatsen waar veel inscharing wordt verwacht zijn en worden geulwandverdedigingen aangebracht. De verwachting is dat hiermee de inscharing van de betreffende geulen en de verlaging van de achterliggende slikken tot staan gebracht zal worden.

Bij het begin van de verruimingswerken op 30 juni 1997 was juist een geulwandverdediging langs het Nauw van Bath aangebracht over een lengte van circa 2 km. Tussen februari en november 1998 is een geulwandverdediging aangebracht langs het Zuidergat tussen de reeds eerder

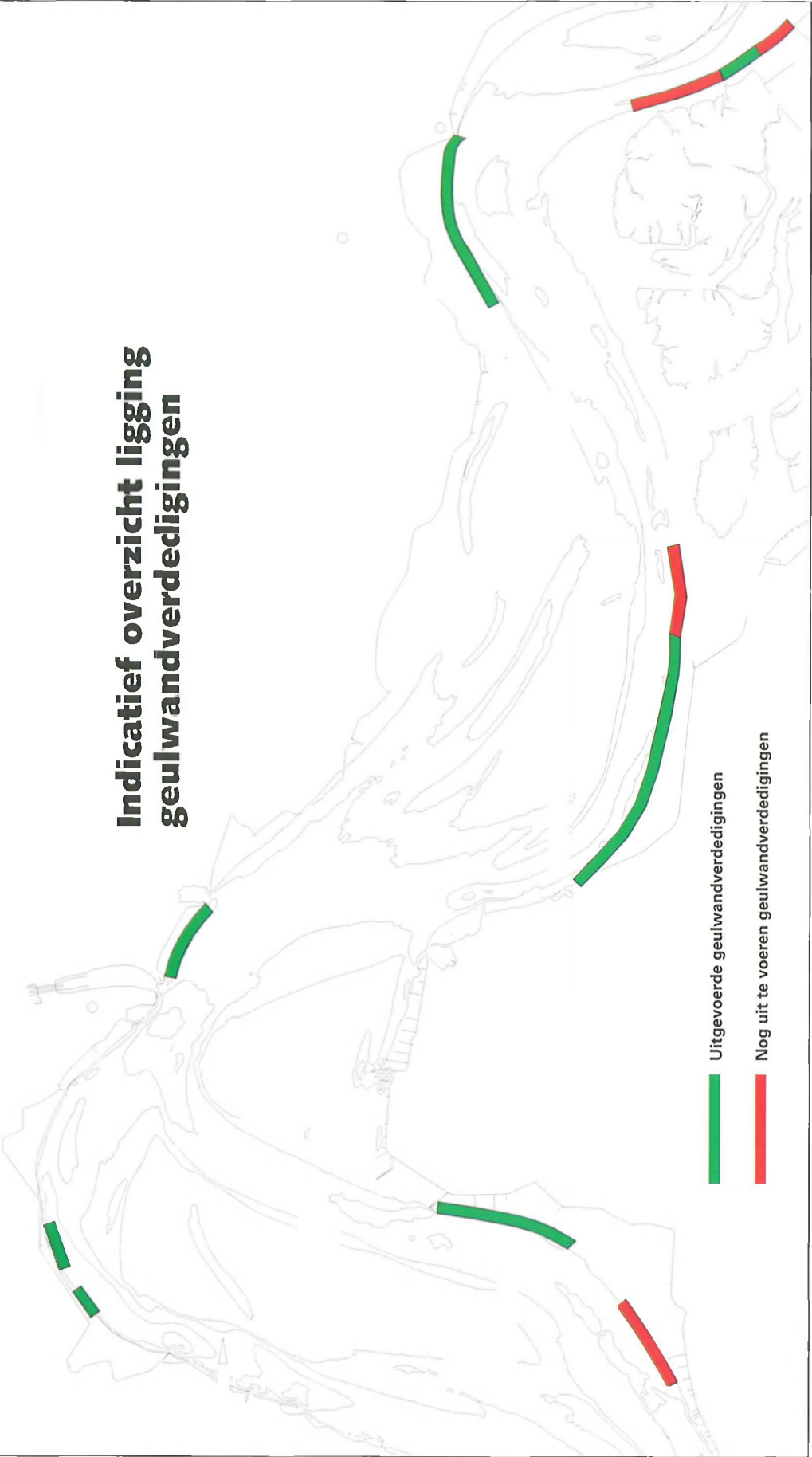
aangebrachte werken ter hoogte van Baalhoek en Walsoorden over een lengte van circa 3 km.

Tevens is in dezelfde periode een geulwandverdediging van circa 600 meter ten westen van de Nol van Ossenissee aangelegd. Zie voor de ligging van de locaties figuur 4.

De geulwandverdediging langs het zuidelijke deel van de Platen van Hulst wordt dit jaar aangelegd. Aan de oostzijde van Saeftinge, aan weerszijden van de zinkers, is een geulwandverdediging gepland, die aangelegd zal worden in 2000. De laatste geulwandverdediging, langs de Overloop van Valkenisse (voor het Speelmansgat), is voorzien voor 2001.

Vanaf juli 1997 tot eind 1998 zijn de effecten van de aanleg van de geulwandverdediging van Bath gemeten (Westenbrugge, C., 1999). In dezelfde periode is één geulwandverdediging aangelegd langs het Zuidergat en één ten zuiden van de Nol van Ossenissee. Op de effecten van deze twee geulwandverdedigingen zal in volgende voortgangsrapportages nader worden ingegaan.

Indicatief overzicht ligging
geulwandverdedigingen



Figuur 4

Bij Bath is geconstateerd dat de geul ter plaatse van de bestorting niet verder inschaart. Ten westen van de bestorting lijkt de inscharing door te gaan met een gemiddelde snelheid van circa 1 tot 3 meter per jaar. Over een eventuele trendbreuk is nog geen uitspraak te doen.

De meetgegevens laten geen verlaging van de slikhoogte achter de aangebrachte geulwandverdediging zien. Uitzondering vormt een gedeelte waar het slik circa 0,5 m is verlaagd. Het betreft 1,5 ha van de in totaal 90 ha.

2.3 Wrakopruiming

De wrakken en andere obstakels die in de vaargeul en de ankergebieden liggen moeten in het kader van de verruiming geheel of gedeeltelijk worden verwijderd. Als deze objecten niet worden geruimd kan dit, bij doorvaart van grotere schepen, leiden tot een grotere verkeersonveiligheid. In totaal zullen circa 60 wrakken en obstakels worden geruimd in een periode van circa 6 jaar.

In de periode augustus t/m december 1998 zijn de eerste 8 wrakken geruimd. Zeven wrakken zijn met een wrakkengrijper in een aantal stukken bovengehaald en op een ponton gezet. Het achtste wrak is (met behulp van stropen) in zijn geheel gelicht.

In april 1999 zal begonnen worden met het volgende bestek. Dit betreft een viertal wrakken. Dit zijn grotere wrakken dan bij het eerste bestek. Aan de hand van een monitoringprogramma zullen de effecten, die in het algemeen lokaal van karakter zijn, ook hier worden gevolgd.

Meer informatie over de wrakopruiming is te verkrijgen bij het Bureau wrakopruiming van Rijkswaterstaat directie Zeeland (telefoon: 0118-445464).

2.4 Natuurcompensatie

Door de verruiming van de vaarweg in de Westerschelde gaan er natuurwaarden verloren. Deze natuurwaarden worden elders in/langs de Westerschelde gecompenseerd.

Door het ondertekenen van een bestuursovereenkomst, op 27 februari 1998, hebben alle partijen, Rijk (V&W en LNV), Provincie, waterschappen en gemeenten (behalve Borsele), die bij deze natuurcompensatie betrokken zijn zich gebonden aan de uitvoering van een aantal projecten.

Er wordt in de bestuursovereenkomst onderscheid gemaakt in een drietal categorieën:

- buitendijkse natuurcompensatieprojecten (categorie A),
- binnendijkse natuurcompensatieprojecten (categorie B),
- kwaliteitsimpuls Natuurbeleidsplan (NBP)/kreekerherstel (categorie C).

Jaarlijks verschijnt er een voortgangsrapportage.

Eind 1998 is de eerste verschenen (Coosen, J., et al, december 1998).

Aangezien de activiteiten in het kader van het NCPW pas medio 1998 zijn begonnen, draagt deze eerste rapportage meer het karakter van een toestandsbeschrijving met een doorkijk naar het programma voor 1999.



bron: BEELDLEVERANCIERS

3 Resultaten monitoring 1997-1998

3.1 Inleiding

Rijkswaterstaat directie Zeeland rapporteert jaarlijks over de voortgang van de verruiming en de fysische, chemische en biologische ontwikkelingen in de Westerschelde. Dit rapport is het eerste voortgangsrapport sinds de aanvang van de verruimingswerken. Het geeft in kort bestek een indruk van de waargenomen ontwikkelingen in de periode 1997-1998.

Het rapport doet verslag van de onderwerpen waarvoor al voldoende meetgegevens beschikbaar zijn. Het betreft: bodemsamenstelling, arealen, inhoud, waterstanden en getijverschillen, getijvolume en debieten, stroomsnelheden, zout, bodem- en waterkwaliteit, primaire productie fytoplankton, vogels en schorren.

Waargenomen veranderingen zijn afgezet tegen de verwachtingen zoals geformuleerd in hypothesen. Met de wetenschap dat deze hypothesen een ontwikkeling beschrijven over een periode van 15 tot 25 jaar, is de waarnemingsperiode te kort om al eenduidige conclusies te trekken.

De verwachting is bijvoorbeeld dat enkele processen niet lineair verlopen, en in de beginfase een ontwikkeling (kunnen) vertonen die afwijkt van het gestelde in de hypothesen. Zo kan er tijdens de verruiming gedurende korte tijd sprake zijn van morfologische aanpassingen die tegengesteld zijn aan de langetermijnverwachtingen. Andersom geldt ook: ontwikkelingen die nu in lijn zijn met de verwachtingen, kunnen later anders zijn.

3.2 Morfologie

Algemeen

De Westerschelde is van nature een dynamisch systeem, wat in de morfologie sterk tot uiting komt: hoofdgeulen en nevengeulen migreren, kortsluitgeulen door platen verplaatsen en slikken en schorren worden opgebouwd en weer afgebroken. Met name het getij levert de energie voor sedimentatie- en erosieprocessen, die aan deze dynamiek ten grondslag ligt. Dit levert een continu veranderend patroon (mozaïek) van geulen, platen ondiepwater-gebieden, slikken en schorren op. Deze dynamiek en het evenwicht in bovenstaande patronen op de lange termijn, maakt een estuarium veerkrachtig. Deze eigenschap draagt in positieve zin bij aan het vermogen om natuurlijke

of menselijke verstoring zodanig op te vangen dat het karakter van het estuariene ecosysteem intact blijft (zelfregulering).

In de toestand van de Westerschelde kunnen veranderingen optreden onder invloed van zowel natuurlijke processen als menselijke ingrepen. Het project Oostwest (Vroon, J., et al, 1997) leidde tot de conclusie dat de ingrepen een zodanige schaal en intensiteit hebben bereikt, dat zij de ontwikkeling van het estuarium, met name in het oostelijk deel, zijn gaan sturen.

De macrodynamiek wordt beperkt door vaste oevers in de vorm van dijken, strekdammen en geulwandverdedigingen. Het uitbochtingsproces van de geul kan op de meeste plaatsen niet meer plaatsvinden, aangezien de buitenbocht van de hoofdgeul op de meeste plaatsen tegen de oever ligt. Hierdoor zijn de schorren en slikken in de Westerschelde sterk onder druk komen te staan. In een natuurlijk systeem wordt het uitbochtingsproces op een bepaald moment gestopt, als gevolg van een bochtafsnijding. Het water heeft dan een kortere en meer efficiënte weg gevonden. Een dergelijke 'doorbraak' wordt veroorzaakt door een natuurlijk mechanisme, waarbij fysische omstandigheden, zoals bodemverhang, weerstand, stroomsnelheid en dergelijke een belangrijke rol spelen.

In zo'n natuurlijk functionerend systeem is er voldoende ruimte voor afwisseling van opbouw en afbraak van ecoseries zoals slikken, schorren en ondiepwater-gebieden.

In de Westerschelde vindt deze bochtafsnijding in veel gevallen niet meer plaats. Het baggeren en storten werkt voorts fixatie van de hoofdgeul in de hand. Het resultaat hiervan is een minder veerkrachtig systeem, waarin sedimentatie- en erosieprocessen vaak onomkeerbaar zijn: nevengeulen verliezen hun functie in dergelijke situaties en verlanden op den duur; schorren en slikken eroderen en elders kan geen aangroei meer plaatsvinden.

Gedurende de laatste decennia zijn de hoofdgeulen in de Westerschelde qua oppervlak en inhoud (onder NAP-5 m) sterk verruimd. De nevengeulen zijn in het oosten en midden in omvang afgenomen, terwijl ze in het westen iets zijn toegenomen.

Intermezzo: arealen (oppervlakten) en inhouden

De morfologie speelt een belangrijke rol in het functioneren van het Watersysteem de Westerschelde. Veranderingen in de morfologische structuur kun je signaleren door het bepalen van inhouden en arealen van belangrijke morfologische eenheden zoals slikken, platen, ondiep water en geulen (ecoseries). Inhouden en arealen worden berekend aan de hand van hoogte- en plaatsbepalingsgegevens.

In de onderstaande figuren zijn de parameters inhoud en areaal schematisch weergegeven. De definitie van deze parameters zijn opgenomen in de begrippenlijst.

Het oppervlak van de ecoseries heeft een direct verband met het functioneren van het ecosysteem. Elke ecoserie wordt immers gekarakteriseerd door haar specifieke biologische en fysische condities. De verscheidenheid en het evenwicht hiertussen maken een estuarium zo waardevol. Dit manifesteert zich onder andere in een hoge biodiversiteit en een hoog zelfregulerend vermogen. Vergroting van het oppervlak van het ene gebied, gaat altijd gepaard met een verkleining van het oppervlak van een ander gebied. Indien bijvoorbeeld ondiepwater-gebied langzaam verzand, vindt er een verschuiving plaats van areaal ondiepwater-gebied naar plaatareaal. Hierdoor gaat er mogelijk potentieel opgroeigebied voor jonge vis en garnaal en fourageergebied voor visetende vogels verloren. De toename van het plaatareaal daarentegen kan mogelijk positief effect hebben op het bodemleven en daardoor voor bijvoorbeeld steltlopers. Natuurlijke hebben deze areaalverschuivingen ook impact op het menselijk gebruik van de Westerschelde; denk hierbij aan scheepvaart, visserij, natuur en recreatie.

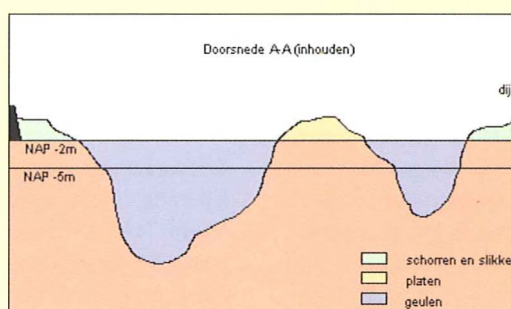
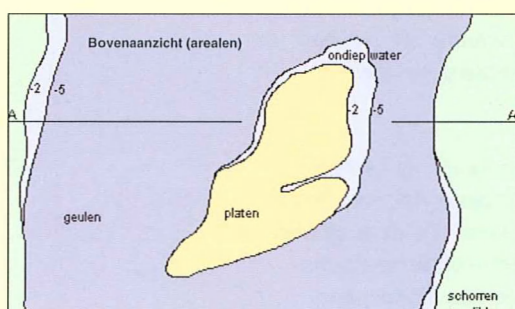
Inhouden zijn sterk gekoppeld aan de waterbeweging. Verandering in de waterbeweging (debieten) resulteren vaak in veranderingen in de volumina (inhouden) van de verschillende morfologische eenheden. Andersom geldt hetzelfde: inhoudsveranderingen hebben direct gevolgen voor de waterbeweging in de omgeving. Het 'morfologisch evenwicht' is een begrip wat vaak bij dergelijke procesbeschrijvingen wordt gehanteerd. Een toename van het debiet, en dus ook de stroomsnelheden, gaan gepaard met een toename van de erosieve kracht van het water. De sedimentrijke geulbodem zal hierdoor de neiging hebben om te verruimen totdat de uitschurende kracht van het water (verlaging stroomsnelheden) weer het niveau bereikt waarbij de geulbodem niet meer verder uitschuurt. Bagger- en stortactiviteiten kunnen dergelijke processen versterken, maar kunnen ook sturing geven aan het omgekeerde proces.

In MOVE wordt met name gekeken naar de geul- en plaatinhouden.

Voor de geulinhouden wordt het 'watervolume' van de hoofd- en de nevengeul onder gemiddeld laagwater (onder NAP -2 m) bepaald. De verandering in de verdeling van watervolumes tussen hoofd- en nevengeulen kan bijvoorbeeld resulteren in ongewenste dwarsstromen in de hoofdgeul en meer of minder baggerwerk. Daarnaast kunnen verschuivingen van inhouden tussen bijvoorbeeld hoofd- en nevengeulen vaak voortekenen zijn voor grootschalige areaalveranderingen. Een voorbeeld: er vindt een debietsverschuiving plaats van nevengeul naar hoofdgeul als gevolg van de bagger- en stortwerkzaamheden in de hoofdgeul. Netto sedimentatie in de nevengeul resulteert in afname van de inhoud. Deze ontwikkeling hoeft niet tot uitdrukking te komen in areaalveranderingen; er kan immers sprake zijn van alleen verondieping en geen versmalling van de nevengeul. Als de ontwikkeling zich doorzet zal langzaam een deel van het areaal geul veranderen in een deel ondiepwater-gebied. Indien het verlandingsproces nog verder voortzet zal ook dit deel ondiepwater-gebied weer verdwijnen en overgaan in plaatareaal. Inhouds- en areaalveranderingen moeten daarom altijd integraal bekeken worden om inzicht te verkrijgen in de ontwikkelingen die plaatsvinden.

Het zandvolume van platen is van belang om - samen met het oppervlak - de hoogte-ontwikkeling te kunnen vaststellen. Verandering in de hoogte van platen hangt weer samen met verandering in bodemdynamiek en bodemsamenstelling wat resulteert in veranderingen in het ecosysteem.

Tenslotte kunnen gegevens van de inhoud van platen en geulen veranderingen zichtbaar maken in het totale zandtransport in de Westerschelde. Berekend kan worden of er per saldo zand in of uit het watersysteem wordt verplaatst en in welke richting er binnen het watersysteem transport plaatsvindt. Voor deze berekeningen is het wel noodzakelijk om ook de gegevens van baggeren, storten en zandwinnen erbij te betrekken.



De inhoudstoename van de geulen is gepaard gegaan met een versteiling van de geulranden. Dit heeft geleid tot een sterke afname van het ondiepwater-gebied in de Westerschelde. Platen zijn over het algemeen hoger geworden en groeien steeds meer aan elkaar. Ondanks dat het totale plaatoppervlak is toegenomen, wordt het platencomplex in omvang kleiner en minder gedifferentieerd; het ondiepwater-gebied binnen en rondom het platencomplex neemt af. Figuur 5 geeft ter illustratie de ontwikkeling van arealen in het westelijk deel (1990-1997).

De Westerschelde is een watersysteem waarin veranderingsprocessen op allerlei tijd- en ruimteschalen optreden. Voor de beoordeling van de ontwikkelingsrichting van het estuarium is in het verleden veelal uitgegaan van de oppervlakten van ecoseries (geulen, ondiepwater-gebieden, platen, slikken en schorren). Zo is bekend wat de ontwikkeling van de arealen de afgelopen decennia is geweest. Wat echter ook van belang is, is de ontwikkeling van de inhoud van de verscheidene gebieden. De platen bijvoorbeeld kunnen namelijk niet alleen in oppervlak toenemen, maar ook in hoogte. De ontwikkeling van de inhoud is in het verleden niet gevolgd, maar worden in MOVE wel nadrukkelijk gevolgd. Daarnaast zijn aspecten als bodemsamenstelling, zandtransporten, dynamiek en de ontwikkeling van de kust van belang om een volledig beeld te krijgen van morfologische veranderingen in het gehele watersysteem. De meetreeksen van deze laatste onderwerpen zijn nog niet zover beschikbaar of verwerkt, dat over de periode 1997-1998 al kan worden gerapporteerd.

De huidige beschrijving is gebaseerd op de eerste meetresultaten omtrent arealen, inhoud en bodemsamenstelling. De veranderingen en effecten zijn beschreven aan de hand van ecoseries, waarbij een onderverdeling is gemaakt in een oostelijk, midden en westelijk deel van de Westerschelde.

In de volgende tabellen is een overzicht gegeven van de verwachte ontwikkelingen in arealen en inhoud en de gemeten veranderingen daarin van het afgelopen jaar (tabel 2).

Het Westelijk deel

Ontwikkelingen laatste decennia

Zowel de hoofd- als de nevengeulen in het westelijk deel verruimden geleidelijk in de periode vóór de verruimingswerken. De inhoud en het areaal van de geulen op NAP-5 meter namen toe in die periode. De geulranden versteilden, wat gepaard ging met een afname van het areaal ondiepwater-gebied en versmalling van het platencomplex. Het sediment wat hiermee werd verplaatst is ten dele boven op de platen afgezet. De platen groeiden steeds verder aan elkaar, waardoor ondiepwater-gebieden binnen deze platencomplexen 'opdroogden'. Hierdoor is de variatie aan verschillende ecoseries per oppervlakte-eenheid (mozaïek) afgenomen (zie figuur 6: ontwikkeling van arealen ondiep water in het westelijk deel van de Westerschelde).

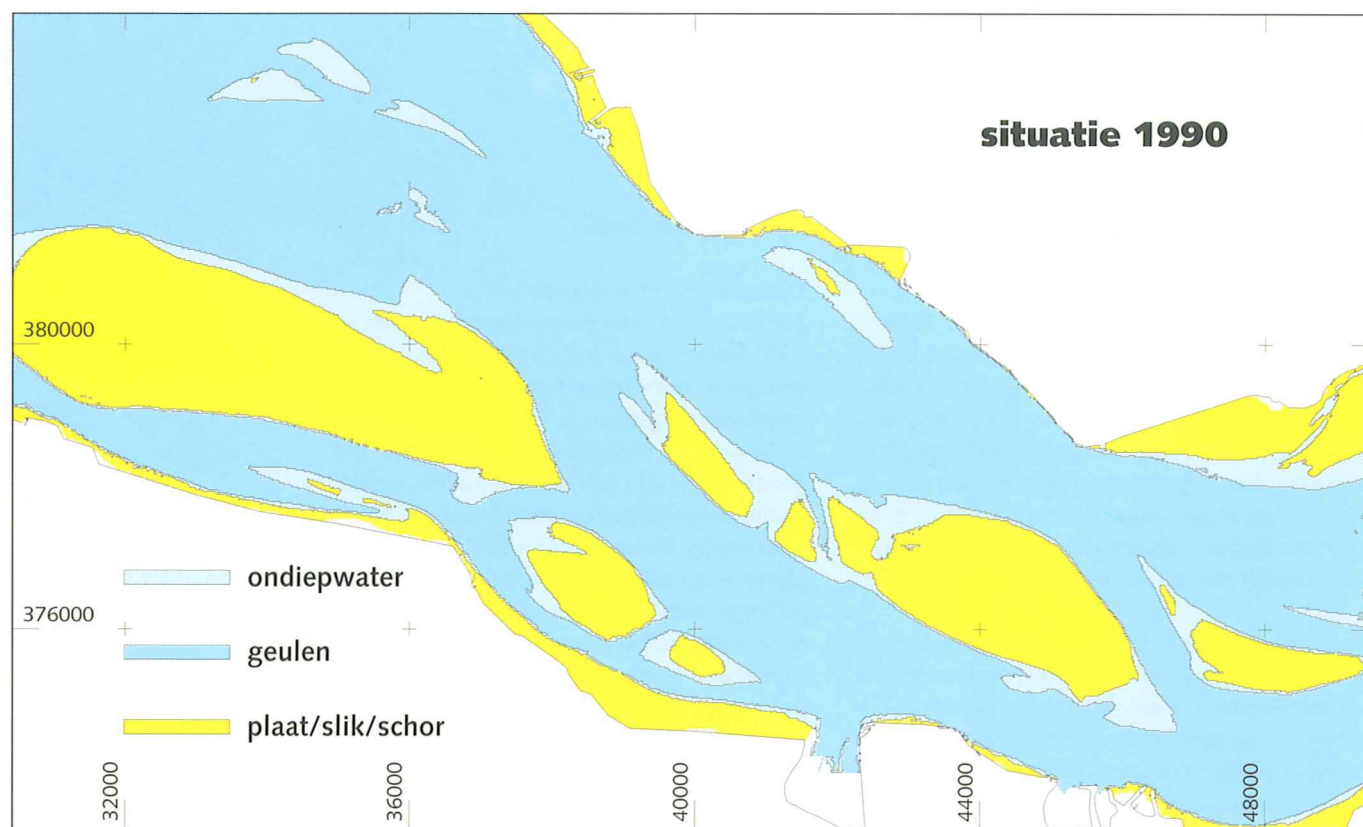
Verwachte ontwikkelingen komende 25 jaar

De bovenstaande trend, waarin het totale geulareaal toeneemt, zal als gevolg van een intensievere storting van baggerspecie in de nevengeulen naar verwachting beëindigd worden. De inhoud van de nevengeulen zal hierdoor sterk afnemen, terwijl de inhoud van de hoofdgeul door de verruimingswerken, in mindere mate, vergroot. De toename van de baggerspeciestorringen in het gebied zal eveneens leiden tot grotere en hogere platen, ten koste van het ondiep water gebied in en rondom de plaatcomplexen. Door erosie langs de geulranden gaan de arealen van slikken en de daarachter liggende schorren sterk achteruit. Verwacht wordt dat dit proces niet versterkt wordt door de verruiming.

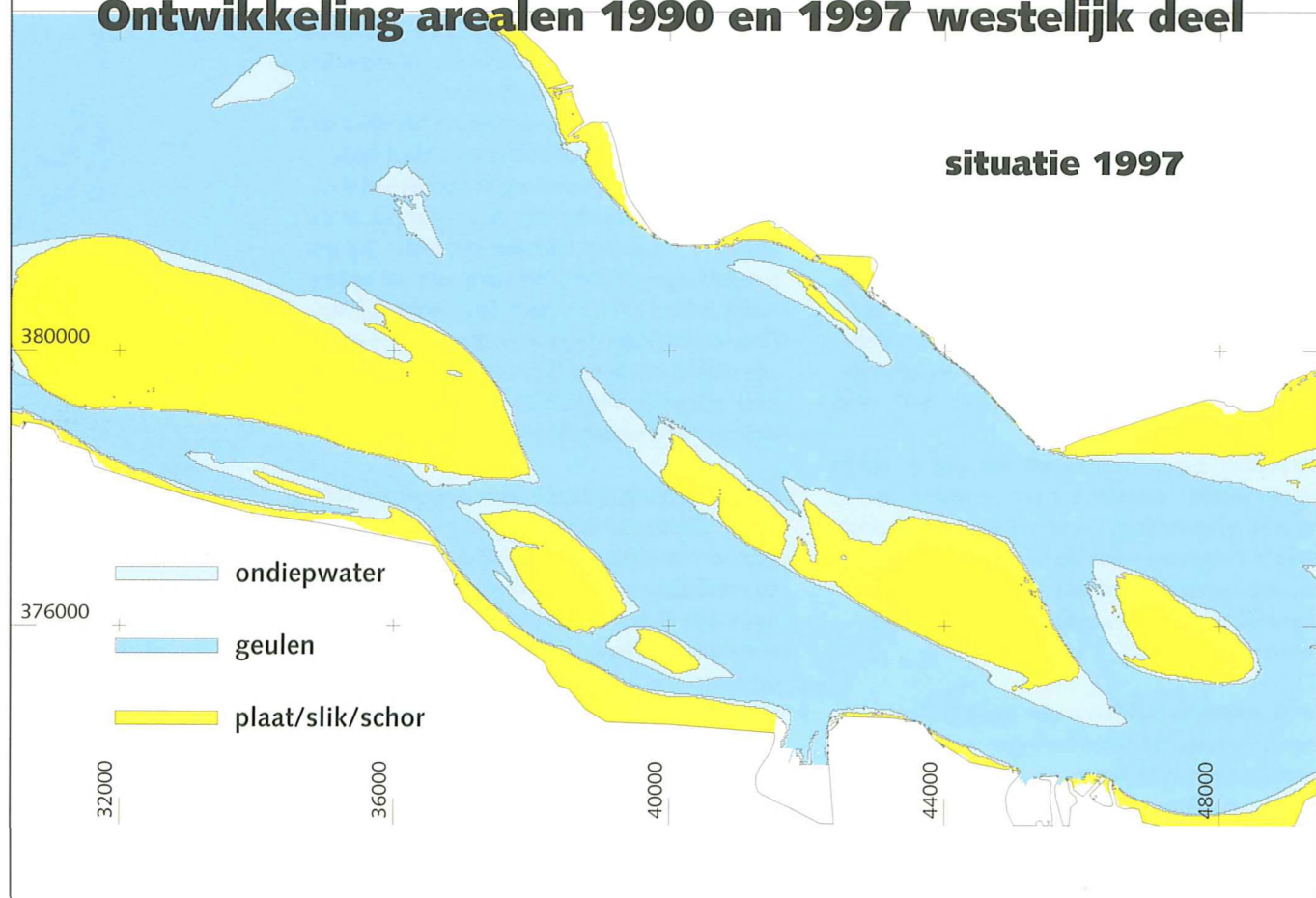
De verwachting is dat de sediment-samenstelling op de Slikken van de Everingen vrij snel na de start van de stortingen voor Ellewoutsdijk en in de ebschaar van de Everingen grover wordt. Op de Hooge Platen wordt geen verandering van de korrelsamenstelling verwacht, gezien het feit dat de stortplaats in de Schaar van de Spijkerplaat ten noorden van de Hooge Platen ligt en de stroomrichting zodanig is dat geen sedimenttransport naar de Hooge Platen wordt verwacht.

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

De inhoud van de hoofdgeul is, volgens verwach-



Ontwikkeling arealen 1990 en 1997 westelijk deel



	Arealen [ha]			inhouden (onder NAP -2 meter [Mm ³])			
	T0 [1997]	prognose [25 jr]	verandering ['98 - '97]		T0 [1997]	prognose [15 jr]	verandering ['98 - '97]
WEST							
geulen <NAP-5m	10803	0	- 23	hoofdgeul	784	+ 8 / 28	+ 4,2
				nevengeul	706	- 22 / 52	- 3,5
ondiepwater-gebied >NAP-5m & <NAP-2m	1595	- 130 / 230	+ 42				
platen >NAP-2m	2477	+ 205 / 305	- 12				
slik+schor >NAP-2m		- 55 / 95	- 7				

	Arealen [ha]			inhouden (onder NAP -2 meter [Mm ³])			
	T0 [1997]	prognose [25 jr]	verandering ['98 - '97]		T0 [1997]	prognose [15 jr]	verandering ['98 - '97]
MIDDEN							
geulen <NAP-5m	3191	0	+ 4	hoofdgeul	239	0	+ 3,5
				nevengeul	151	- 3 / 17	- 3,0
ondiepwater-gebied >NAP-5m & <NAP-2m	520	- 25 / 125	- 6				
platen >NAP-2m	1338	+ 25 / 125	+ 4				
slik+schor >NAP-2m		0	- 2				

	Arealen [ha]			inhouden (onder NAP -2 meter [Mm ³])			
	T0 [1997]	prognose [25 jr]	verandering ['98 - '97]		T0 [1997]	prognose [15 jr]	verandering ['98 - '97]
OOST							
geulen <NAP-5m	3222	+ 200 / 300	+ 5	hoofdgeul	274	+ 65 / 95	+ 6,4
				nevengeul	67	- 8 / 22	- 1,0
ondiepwater-gebied >NAP-5m & <NAP-2m	718	- 65 / 165	+ 15				
platen >NAP-2m	964	- 60 / 160	- 10				
slik+schor >NAP-2m		- 5 / 45	- 9				

Tabel 2 prognose van de ontwikkelingen in inhouden en arealen en opgetreden verandering tijdens de verruimingsperiode

ting, toegenomen, terwijl het areaal niet meetbaar is veranderd. De omvang van de nevengeulen is zowel in inhoud als in oppervlak, zoals verwacht, afgenomen.

De geringe afname van het (neven)geul- en plaatareaal heeft echter plaatselijk tot een toename van het ondiepwater-gebied geleid. Deze ontwikkeling heeft zich met name in de kortsluitgeul "Zuid Everingen" en de drempel van Everingen gemanifesteerd (zie figuur 6). Deze toename wijkt af van de verwachting (afname). De meetperiode is te kort om van een trendbreuk te kunnen spreken. Mogelijk betreft het hier een tussenfase in een ontwikkeling van geul naar plaat of andersom.

Het intergetijdegebied (slikken en schorren) langs de dijken is volgens verwachting kleiner geworden.

Uit de eerste meetgegevens over de korrelsamenstelling op de Slikken van de Everingen, blijkt geen duidelijke verandering.

Op de Hooge Platen is wel een vergroving van het sediment geconstateerd tijdens de maanden na de verruiming. Temporele en ruimtelijke variatie als gevolg van weersomstandigheden en de bodemdynamiek kunnen verantwoordelijk zijn voor het verschil tussen de huidige resultaten met die van voorgaande jaren.

Het Midden deel

Ontwikkelingen laatste decennia

In het middendeel is de laatste decennia verruiming opgetreden in de hoofdgeulen, terwijl de nevengeulen in omvang zijn afgenomen. Dit proces is versterkt door een verschuiving van de debietverdeling tussen de hoofd- en nevengeul. Deze ontwikkelingen hebben geleid tot versteiling van de overgangen en afname van het ondiepwater-gebied binnen en langs de plaatcomplexen. Een ontwikkeling naar grote, hoge en aan elkaar groeiende plaatcomplexen is hiervan het effect. Hierdoor zijn, evenals in het westen, de plaatcomplexen de laatste jaren kleiner geworden, terwijl het areaal plaat (>NAP- 2m) is toegenomen.

Verwachte ontwikkelingen komende 25 jaar

Gezien de huidige ontwikkeling in debietverdeling en de toegenomen storthoeveelheden wordt

geen verdere verruiming van de hoofdgeul verwacht. De nevengeulen zullen naar verwachting in omvang afnemen.

Door de toename van de stortingen van baggerspecie zullen eveneens hogere en meer aangesloten plaatcomplexen ontstaan. Dit gaat ten koste van de ondiepwater-gebieden.

De bochtersie (inscharing) van slikken en schorren wordt tegengegaan door het aanleggen van geulwandverdedigingen. Door natuurlijke fluctuaties kan op plaatsen waar (nog) geen geulwandverdedigingen liggen (de eerste jaren) nog wel enige toe- of afname van het areaal optreden.

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

Zowel het areaal als de inhoud van de hoofdgeul is toegenomen. Het tegengestelde geldt voor de nevengeulen. De toename van het areaal in de hoofdgeul is echter groter dan de afname in de nevengeul. Dit is ten koste gegaan van het ondiepwater-gebied. Het plaatareaal is volgens verwachting enkele hectaren uitgebreid (met name bij de Platen van Ossensisse), terwijl het slikken- en schorrengebied met 2 ha is afgenomen (bij het slik Hellegat-Knuitershoek).

Het Oostelijk deel

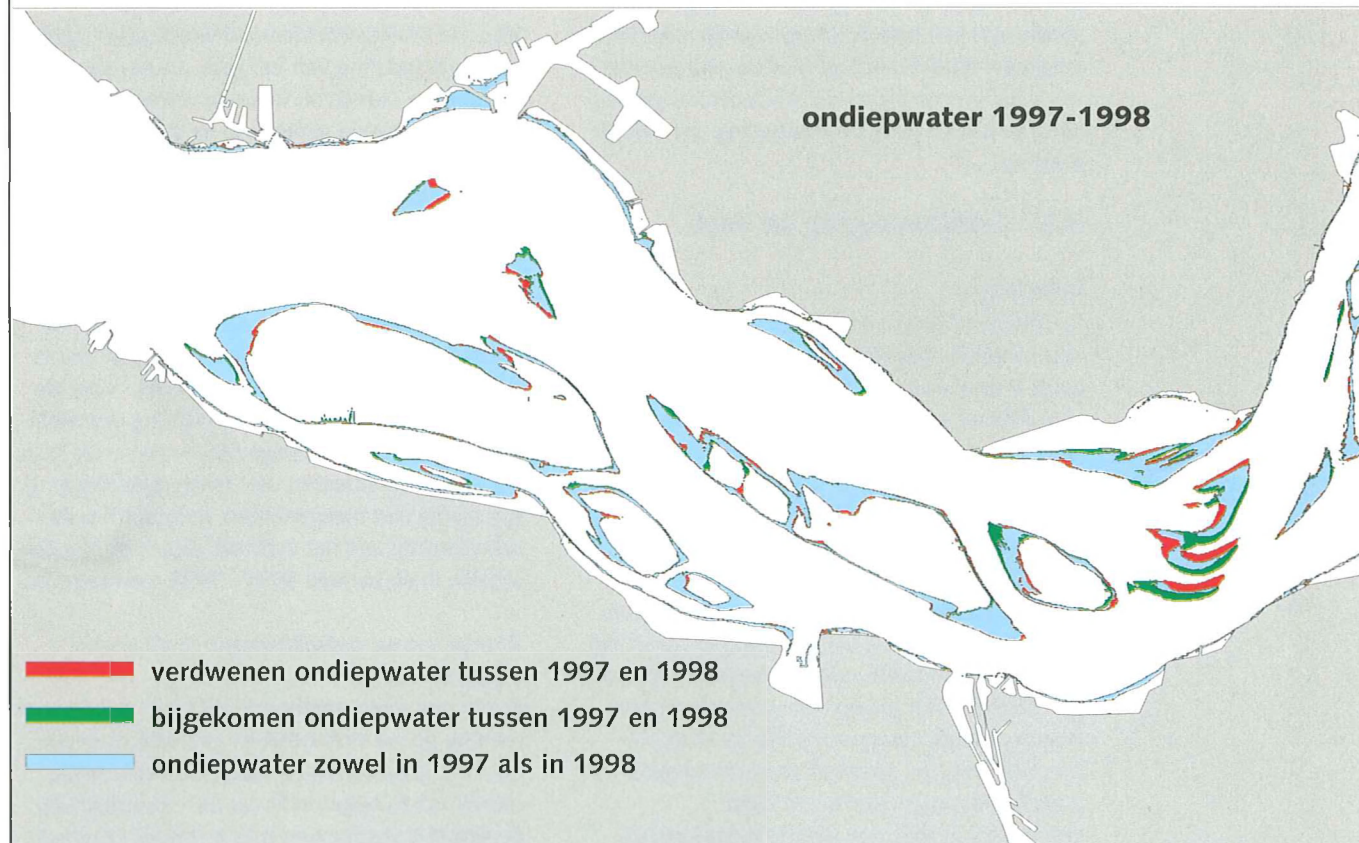
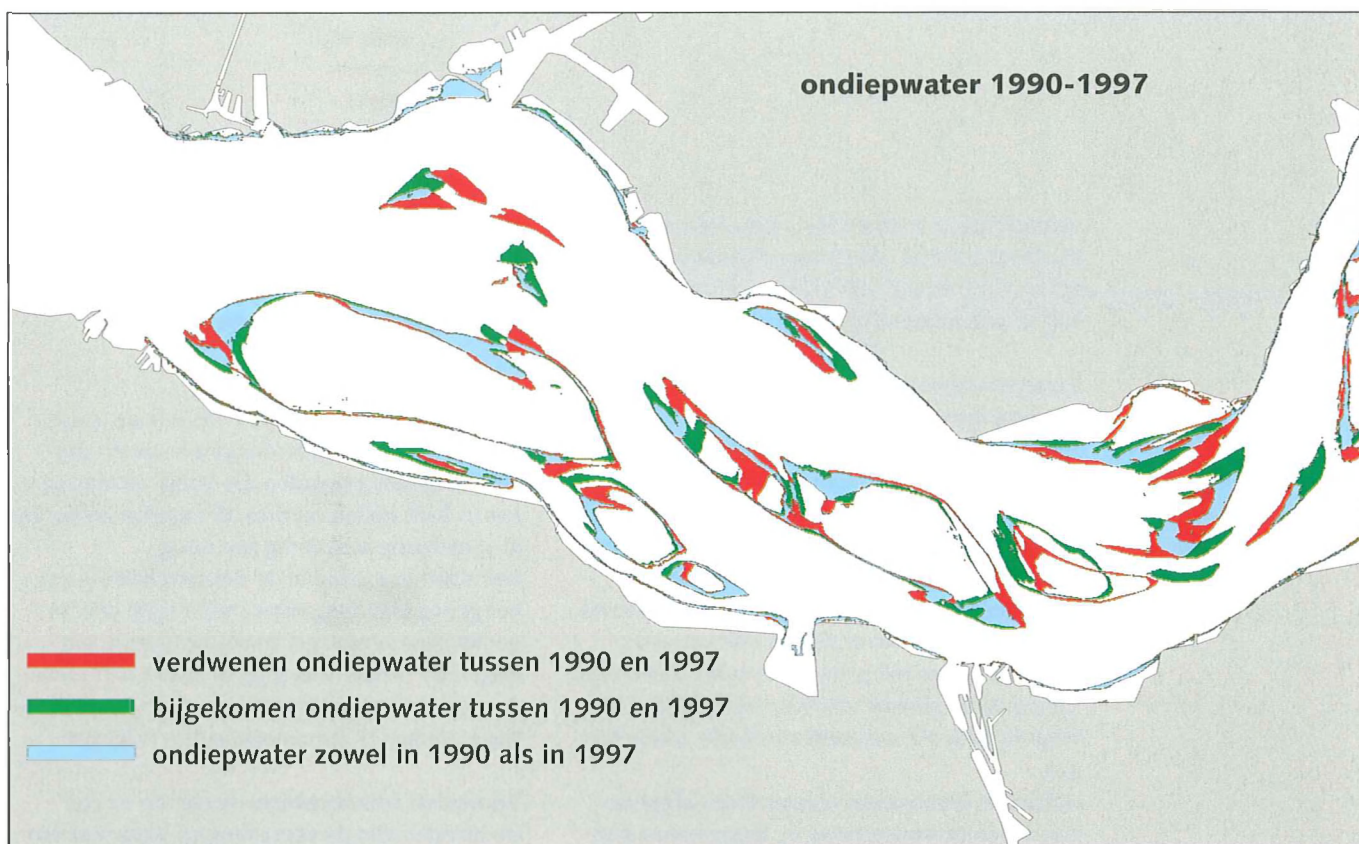
Ontwikkelingen laatste decennia

De hoofdgeulen zijn in sterke mate verruimd, zowel qua oppervlak als inhoud. De nevengeulen vertonen een tegengesteld beeld. Deze ontwikkeling gaat gepaard met een sterke uitbreiding en verhoging van het platencomplex en een sterke afname van het ondiepwater-gebied. Het slik- en schorareaal is eveneens achteruit gegaan.

Verwachte ontwikkelingen komende 25 jaar

Door de verlaging van de drempels, zal het getijvolume in het oostelijk deel toenemen. De geulen zullen zich na verloop van tijd aanpassen aan dit grotere getijvolume, en zich verruimen (zowel inhoud als areaal). De nevengeulen krijgen nu eveneens de kans om zich te verruimen, aangezien er weinig in het oosten gestort zal worden. Deze verruiming zal wel erosie en versteiling van de plaatranden in de hand werken, waardoor zowel het plaatareaal als het ondiepwater-gebied naar verwachting kleiner worden.

Het areaal slik en schor zal, nadat de geulwand-



Ontwikkeling arealen ondiep water westelijk deel

verdedigingen voltooid zijn, netto niet meer significant veranderen. Wel is een afname van het schorareaal, en dus een toename van het slikareaal, te verwachten door een na-ijl effect.

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

Tijdens de verruimingsperiode is de inhoud van de hoofdgeul, met name op de drempels en in het Zuidergat, volgens verwachting toegenomen. Dit geldt ook voor de nevengeulen. In de Schaar van Valkenisse is een toename van de inhoud gecontateerd. Het areaal aan geulen is netto wel iets toegenomen, maar minder dan verwacht. Een afname van het plaatareaal in het Valkenisse-gebied en de afname van 9 ha bij het slik/schor Waarde-Bath zijn overeenkomstig de verwachtingen.

Het areaal ondiepwater-gebied is het afgelopen jaar, tegen de verwachting in, toegenomen met 15 ha. De meetperiode is te kort om van een trendbreuk te kunnen spreken. Mogelijk is er sprake van een ontwikkeling, waarbij plaatdelen langzaam eroderen tot geul of de geul geleidelijk verandert in een plaat. Het ondiepwater-gebied heeft in een dergelijke ontwikkeling een tijdelijk karakter.

3.3 Getijbeweging en zout

Inleiding

De getijbeweging in de Westerschelde wordt voornamelijk opgewekt door de getijgolf, die langs onze kust loopt. Deze getijgolf veroorzaakt een verticale en horizontale beweging van het water. De verticale beweging wordt uitgedrukt in waterstanden en getijverschillen. De horizontale beweging wordt uitgedrukt in getijvolumes, debieten en stroomsnelheden.

Er is een sterke interactie tussen morfologie en getij. Dit betekent: de verruiming beïnvloedt het getij, het veranderde getij beïnvloedt de morfologie, etcetera. Het proces van wederzijdse beïnvloeding wordt verwacht na 10 tot 15 jaar in evenwicht te zijn, gegeven de voortdurende onderhoudsbaggerwerkzaamheden.

Een andere significante beïnvloeding van het (verticale) getij wordt veroorzaakt door de zeespiegelstijging, in de 20e eeuw bedroeg de zeespiegelstijging ca. 20 cm bij Vlissingen, in de 21e

eeuw wordt rekening gehouden met een stijging van 60 cm bij Vlissingen.

Waterstanden en getijverschillen

Ontwikkeling laatste decennia

Door met name de baggerwerken in de laatste decennia is de getijdoordringing in de Westerschelde groter geworden. De hoog- en laagwaters in Bath treden nu circa 10 minuten eerder op in vergelijking met dertig jaar terug.

Het algemene beeld in de Westerschelde is dat het gemiddeld hoogwater sneller stijgt dan de gemiddelde zeespiegel en dat het gemiddeld laagwater minder snel stijgt of zelfs daalt. Hierdoor neemt het getijverschil toe. Deze ontwikkeling is sterker in 'stroomopwaartse' richting.

Verwachte ontwikkelingen komende 15 jaar

De effecten van de verruiming op waterstanden en getijverschillen worden verwacht lineair op te treden in de periode van 10 tot 15 jaar.

Voor de Westerscheldemonnd wordt geen significante verandering van het getij, als gevolg van de verruiming, verwacht. Door de verruiming zal de weerstand, die de getijgolf in de Westerschelde ondervindt, verder afnemen. Dit resulteert in een grotere getij-doordringing. Voor Bath wordt verwacht, dat als gevolg hiervan het hoog- en laagwater 10-20 minuten eerder zal optreden.

De hoogwaterstanden, als gevolg van de grotere getijdoordringing, zullen naar verwachting bij normale getijomstandigheden toenemen met 0 cm bij Vlissingen tot 0-10 cm bij Bath. Voor de laagwaterstanden is deze verwachting een verlaging van 0 cm bij Vlissingen tot 5-15 cm bij Bath. De verwachte effecten van de zeespiegelstijging zijn hierbij niet meegenomen. In figuur 7 is de ontwikkeling van het verticaal getij in de Westerschelde in de periode 1955 - 1998 weergegeven.

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

Er zijn nog geen significante effecten van de verruiming op waterstanden en getijverschillen bij normale getijomstandigheden waar te nemen. Hierbij wordt opgemerkt dat de verruiming van de Westerscheldemonnd nog niet heeft plaatsgevonden.

Getijvolumes, debieten en stroomsnelheden



Ontwikkeling laatste decennia

In het oostelijk deel van de Westerschelde is de watervoerende functie van de hoofdgeul toegenomen, ten koste van de nevengeul. Dit is met name veroorzaakt door de voortdurende baggerwerken.

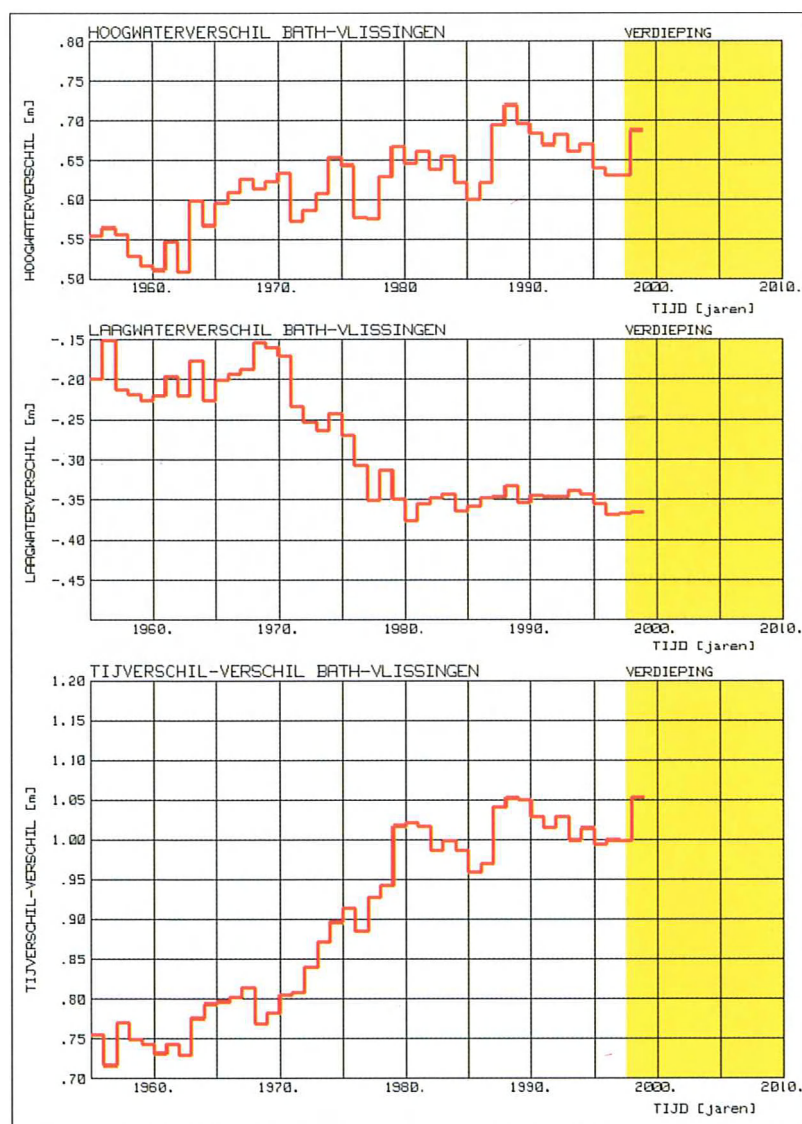
Verwachte ontwikkelingen komende 15 jaar

Door de grotere getijdoordringing én de sterke reductie van stortingen in het oostelijk deel wordt een toename van de getijvolumes (met name in het oosten), verwacht. Voor Schaar van Waarde-Zuidergat (oostelijk van Hansweert) is de ver-

wachte toename van het getijvolume 2 tot 5%.

Een dergelijk kleine toename van het getijvolume kan alleen met een mathematisch model in combinatie met metingen in beeld worden gebracht. Over de resultaten zal in het jaar 2000 worden gerapporteerd.

Door de verruiming van de drempels verandert de debietverdeling in het oostelijk deel van de Westerschelde. Verwacht wordt, dat de hoofdgeul (vaarwater) 5 tot 15 % meer water gaat trekken ten koste van de nevengeul en dat deze herverdeling al voor een belangrijk deel direct na het op diepte brengen van de drempels, zal optreden.



Figuur 7 Jaargemiddelde waterstandsverschillen Bath-Vlissingen

Toelichting grafieken

- Bovenste grafiek (7a): verschil tussen de jaargemiddelde hoogwaterstanden bij Bath en Vlissingen.
- Middelste grafiek (7b): verschil tussen de jaargemiddelde laagwaterstanden bij Bath en Vlissingen.
- Onderste grafiek (7c): verschil tussen de dikte van de waterschijf, tussen hoog- en laagwater, bij Bath en Vlissingen (ofwel verschil in het tijverschil bij Bath en Vlissingen)

Aangezien de hoofdgeul zich niet onmiddellijk kan aanpassen aan de toename van het debiet, zullen de stroomsnelheden tijdelijk toenemen. De verwachting is dat de (maximum) stroomsnelheden in de hoofdgeul oostelijk van Hansweert hierdoor

met 10% tot 20 % zullen toenemen, maar na 15 jaar weer op het oude niveau zijn teruggekeerd, als gevolg van morfologische aanpassingen.

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

Uit de eerste stroommetingen is een kleine toename van het getijvolume in de hoofdgeul Zuidergat (circa 3 %) ten koste van de nevengeul Schaar van Waarde waar te nemen. Gezien de onnauwkeurigheden in de stroommetingen kan niet van een significante verschuiving worden gesproken.

Uit de eerste stroommetingen is nog geen toename van de stroomsnelheden waar te nemen. Lokale veranderingen in de stroomsnelheden kunnen in beeld worden gebracht met een mathematisch model (rapportage in 2000).

Zout

Ontwikkeling laatste decennia

De getijbeweging en de zoetwaterafvoer van de Schelde leveren de energie voor het mengen van zout- en zoetwater. Met betrekking tot de variatie van het zoutgehalte in de Westerschelde, kan worden gesteld dat de opgetreden sterkere getijdoordringing hierin hoegenaamd geen rol speelt. De zoutgehalten zijn namelijk veel meer afhankelijk van de fluctuerende zoete rivierafvoer.

Verwachte ontwikkelingen komende 15 jaar

De verwachte grotere getijdoordringing in de Westerschelde gaat naar verwachting niet gepaard met een verhoging van het zoutgehalte.

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

De zoutmetingen tot en met het jaar 1998 bevestigen de prognose.

3.4 Chemie

bodemkwaliteit

Ontwikkeling laatste decennia

De jaarlijkse bemonstering van de drempels in de westerschelde toonde in de afgelopen 10 jaar geen grote veranderingen in de kwaliteit van de specie. Mede doordat het sediment in de vaar-

geul hoofdzakelijk uit grofkorrelig materiaal bestaat, is het gehalte aan microverontreinigingen vrijwel steeds laag. Verontreinigingen hechten zich immers aan slibdeeltjes en organisch materiaal, die door de hoge stroomsnelheden bijna niet voorkomen op de drempels.

Het sediment in de vaargeul van het Belgische deel van de Schelde bevat de meeste verontreinigingen, te meer omdat het sediment doorgaans slibrijker is. De laatste 10 jaar is de kwaliteit veelal verbeterd.

Verwachte ontwikkelingen komende 25 jaar

Aangezien de meeste verontreinigingen aangevoerd worden door de Schelde en haar zijrivieren wordt de bodemkwaliteit naar het oosten toe steeds slechter. Het wijzigen van de stortstrategie kan mogelijk leiden tot een verslechtering van de bodemkwaliteit in het westen. Er wordt immers meer sediment vanuit het oosten naar het westen gebracht. De verwachting is echter dat deze mogelijke verslechtering niet significant zal zijn, gezien het feit dat het zand op de drempels (waar gebaggerd wordt) over het algemeen vrij schoon is.

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

In februari 1997 is de geulbodem bemonsterd. Aangezien de bemonstering is uitgevoerd voordat de verruimingswerken zijn begonnen, kan deze monsternamen als de T0 worden beschouwd. De bemonsteringsresultaten van 1998 laten zien dat de toxicologische kwaliteit op sommige locaties is achteruitgegaan en op andere weer vooruit. Deze fluctuaties in de voorafgaande jaren eveneens geconstateerd; er is geen sprake van een trendbreuk (zie tabel 3).

In het jaar na de verruiming (1998) is op verschillende locaties EOX (een groep organische halogeenvormingen) aangetroffen. Hoewel de gehalten niet verontrustend zijn, heeft deze waarneming wel speciale aandacht.

Alle monsters die in 1995 tot en met 1998 zijn genomen, voldoen aan de normen volgens de Uniforme Gehaltetoets.

In tabel 3 is de klassificering (conform Evaluatienota Water) van de bodem van 7 westelijke locaties weergegeven.



locatie	1995	1996	1997	1998
Sluissche Hompels	1	0	2	0
Drempel van Vlissingen (rode kant)			0	0
Drempel van Vlissingen (groene kant)			0	0
Drempel van Borssele (groene kant)	1	0	0	0
Drempel van Borssele (rode kant)	1	1	0	2
Pas van Terneuzen			2	0
Terneuzen	0	2	0	0

Tabel 3

rode kant: stuurboord stroomafwaarts
groene kant: bakboord stroomafwaarts

Waterkwaliteit

Ontwikkeling laatste decennia

De zuurstofconcentraties bij het meetpunt Schaar van Ouden Doel vertonen te lage waarden. De norm van 5 mg O₂/l wordt niet gehaald. Bij het meetpunt Hansweert voldoet de zuurstofconcentratie wel aan de waarde.

In Schaar van Ouden Doel voldoen Koper en Nikkel (in oplossing) niet aan de MTR (maximaal Toelaatbaar Risiconiveau). Opvallend is dat Cad-



mium (in oplossing) een aantal jaren wel voldeed aan de streefwaarde, maar dat de concentraties vanaf 1996 weer zijn toegenomen.

Van de zware metalen in zwevend stof bij Vlissingen en Terneuzen, voldoen cadmium, kwik en zink niet aan de streefwaarden. Bij Schaar van Ouden Doel voldoen alle onderzochte metalen, op koper na, aan de MTR. De streefwaarden worden voor de meeste zware metalen hier niet gehaald.

Bij Vlissingen voldoet Anthraceen (in zwevend stof) niet aan de MTR, alle andere PAK's wel. De streefwaarden worden voor geen enkele PAK gehaald. Bij Terneuzen voldoet naast Anthraceen sinds 1995 ook Benzo(a)Anthraceen niet aan de MTR. De streefwaarden worden voor geen enkele PAK gehaald.

Bij Schaar van Ouden Doel voldoen sinds 1990 Anthraceen, Benzo(a)Anthraceen en Fenantreen

niet aan de MTR; aan de streefwaarden voldoet geen enkele PAK in deze periode.

Verwachte ontwikkelingen komende 25 jaar
Naar verwachting zal de waterkwaliteit niet verslechteren als gevolg van de verruimingswerken.

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

De normen waaraan de waterkwaliteit en het in het water aanwezige zwevend stof moeten voldoen, zijn gewijzigd. Met de vierde Nota Waterhuishouding is de "integrale Normstelling Stoffen - Milieukwaliteitsnormen bodem, water, lucht" van kracht geworden. De meetgegevens uit MOVE zijn aan deze normen getoetst.

De zuurstofconcentraties vertonen nog steeds hetzelfde beeld als in de To situatie. In Schaar van Ouden Doel voldoen Koper en Nikkel (in oplossing) nog steeds niet aan de MTR. De toename van het cadmium (in oplossing) heeft zich verder doorgezet. In 1998 is zelfs de MTR niet gehaald. De zware metalen in zwevend stof en de PAK's vertonen eenzelfde beeld als in de voorgaande jaren.

3.5 Biologie

Algemeen

De verschillende plant- en diergroepen die in de Westerschelde voorkomen zijn afhankelijk van elkaar. Het voedselweb wordt gevormd door alle plant- en diergroepen die aanwezig zijn in de Westerschelde inclusief hun onderlinge relaties. De aanwezige soorten en hun onderlinge relaties vormen samen met de verschillende typen leefgebieden (ook wel ecotopen genoemd) een eenheid, het ecosysteem.

Een estuarium is van nature dynamisch en altijd in beweging. Het is veerkrachtig omdat het zichzelf door fysische, chemische en biologische processen voortdurend "hernieuwt". Als een estuarium voldoende ruimte heeft om de processen 'ongestoord' hun werk te kunnen laten doen, dan zullen er altijd voldoende leefgebieden voor kenmerkende plant- en diersoorten beschikbaar zijn. Alom aanwezige gradiënten van zoet naar zout, van laag naar hoog en van nat naar droog zijn, mede bepalend voor de hoge productiviteit en de diversiteit aan leefgebieden (schorren, slikken,



platen en ondiepwater-gebieden). De leefgebieden vervullen verschillende functies: paai- en opgroei-gebied, broed-, rust-, rui- en fourageergebied en in sommige gevallen refugium (uitwijkplaats) voor planten en dieren. Door de kraamkamerfunctie spelen estuaria een essentiële rol in de ecologie van de aangrenzende kustzeeën.

Niet-biologische (fysische, morfologische en chemische) en biologische factoren bepalen samen het voorkomen van en de verscheidenheid aan ecotopen (leefgebieden, 'huizen' voor de planten en dieren). Het ecosysteem van de Westerschelde is gezond en veerkrachtig als de verschillende ecotopen en hun bewoners duurzaam aanwezig zijn.

De volgende niet-biologische sleutelfactoren bepalen voor een groot deel of planten en dieren zich daadwerkelijk in het estuarium vestigen, of tijdelijk verblijven:

- getij (eb en vloed stroom)
- zoutgehalte en zoutdoordringing
- troebelheid (hoeveelheid slib, detritus en algen in het water)
- bodemsamenstelling (gehalte aan zand en slib, vlakke of reliëfrijke bodem, aanwezigheid en type bestorting)
- hydrodynamiek
- trofiegraad (voedselarm tot voedselrijk)
- zuurstofconcentratie
- temperatuur en klimaat
- water- en bodemkwaliteit.

Voor het beoordelen van de effecten van de verruimingswerken is in MOVE voor de ecotopenbenadering gekozen. Verondersteld wordt dat er een eenduidige relatie bestaat tussen het ecotooptype en de daarin voorkomende planten en dieren (in termen van aantallen en biomassa). Op basis van veranderingen in ecotooparealen kunnen uitspraken worden gedaan over veranderin-

gen in de randvoorwaarden voor voorkomende planten en dieren. De ecotopenbenadering is pas hanteerbaar indien zowel de relaties tussen ecotopen en organismen, als ook de ecotooparealen bekend zijn. Nader onderzoek wordt uitgevoerd om de relaties tussen ecotopen en organismen te verhelderen. MOVE zal hier een bijdrage aan leveren.

In de laatste decennia zijn waardevolle leefgebieden als schorren, slikken en ondiepwater-gebieden door inpolderingen, bagger- en stortactiviteiten tussen 1960 en 1990 respectievelijk 28%, 22% en 29% in oppervlak afgenomen. (Vroon, J., et al, 1997).

Microfytobenthos en bodemdieren zijn sterk afhankelijk van de aanwezigheid van voldoende en geschikte ecotopen. Een areaalverandering hierin heeft dan ook direct effect op de potentie als leefgebied voor deze organismen die een belangrijke schakel in het voedselweb zijn. Een verandering in de biomassa en soortenrijkdom van deze bodemgebonden organismen heeft weer effect op de fourageermogelijkheden van steltlopers, vis en garnaal. En uiteindelijk is ook de mens hiervan afhankelijk!

Veranderingen in ecotopen worden pas zichtbaar over een langere termijn. Om de biologische betekenis ervan te kunnen aangeven is het wenselijk éénmaal in de 5 jaar een kartering uit te voeren aan de hand van luchtfoto's en veldmetingen. De laatste is uitgevoerd in 1996. In 2001 is de volgende kartering gepland. In de voortgangsrapportage van dat jaar zal dan ook uitvoeriger kunnen worden gerapporteerd over de biologische patronen.

De rapportage van dit jaar gaat alleen in op de primaire productie van fytoplankton, de aantal overwinterende steltlopers, de vogelfunctie van de Hooge Platen en de erosie/sedimentatie van schorren.

Verwachte ontwikkelingen komende 25 jaar

Verwacht wordt dat er als gevolg van de verruimingswerkzaamheden verschuivingen zullen plaatsvinden binnen de verdeling in hoogtezones en geomorfologie van de Westerschelde. De platen zullen hoger en steiler worden, de hoogdynamische zones langs de platen zullen toenemen in

omvang, de laagdynamische ondiepwater-gebieden zullen smaller worden en veel slikken zullen verlagen langs de geulgrens waardoor op veel plaatsen veenbanken aan de oppervlakte zullen komen. Op de hoge plaatdelen zal op veel plaatsen slib kunnen accumuleren, met name in de zomerperiode.

Door de afname in morfologische dynamiek en de hiermee gepaard gaande verstarring, is de kans klein dat verloren gegane ondiepwater-gebieden elders op natuurlijke wijze zullen ontstaan.

Door geulwandverdedigingen wordt mede voorkomen dat door het opdringen van de hoofdgeul gebieden langs de rand (slikken en schorren) verder zullen verdwijnen. Nadeel is dat door deze werken de natuurlijke dynamiek nog verder zal afnemen, met alle consequenties van dien.

Primaire productie fytoplankton

Ontwikkeling laatste decennia

De grootte van de primaire productie van fytoplankton in de Westerschelde wordt in de eerste plaats bepaald door het doorzicht in het water. In het algemeen neemt de primaire productie van het fytoplankton als gevolg van het doorzicht van het water toe in de richting van de monding van het estuarium. Stroomopwaarts neemt de troebelheid toe en wordt de rol van het microfytobenthos groter. Onder mariene omstandigheden is er een temporele ontwikkeling in de productie zichtbaar die bestaat uit een voorjaars- en een nazomerpiek. Stroomopwaarts is het maximum beperkt tot de zomerperiode. Een meerjarige ontwikkeling is niet waarneembaar.

Verwachte ontwikkelingen komende 25 jaar

Verwacht wordt dat de primaire productie ter plaatse van een stortlocatie tijdelijk sterk belemmerd wordt. Maar op het totaal budget aan primair geproduceerd koolstof is dit naar verwachting een te verwaarlozen hoeveelheid.

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

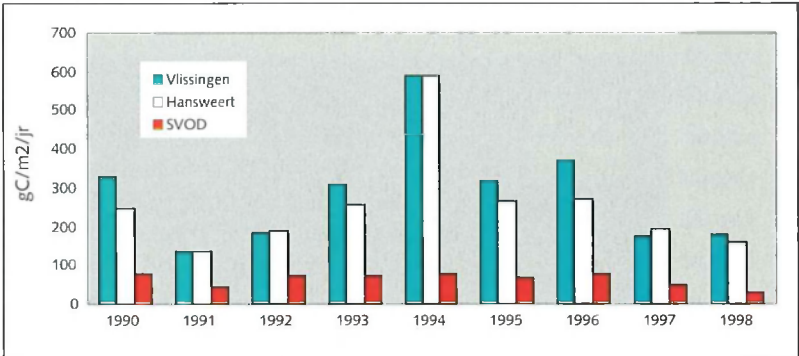
In figuur 8 zijn de jaargemiddelde producties (inclusief To) van drie monsterlocaties weergegeven. Voor Vlissingen zijn de gegevens volledig betrouwbaar, voor het midden en oosten van de

Westerschelde minder als gevolg van het model wat hiervoor wordt gebruikt (mondelinge mededeling Kromkamp, 1999).
 Op basis van deze gegevens kan nog niet nagegaan worden of er wel of niet sprake is van effecten van de verruimingswerken op de primaire productie van het fytoplankton.

Steltlopers

Ontwikkeling laatste decennia
 Het aantal steltlopers in de Westerschelde varieerde na 1978 behoorlijk. Alleen in het mid-dendeel vond een significante toename plaats. De aantallen zijn in alle jaren afnemend van west naar oost (figuur 9).

Verwachte ontwikkelingen komende 25 jaar
 Aan de hand van de eerder genoemde ecotoop-benadering is er een prognose gedaan over de fourageermogelijkheden voor de steltloperpopu-

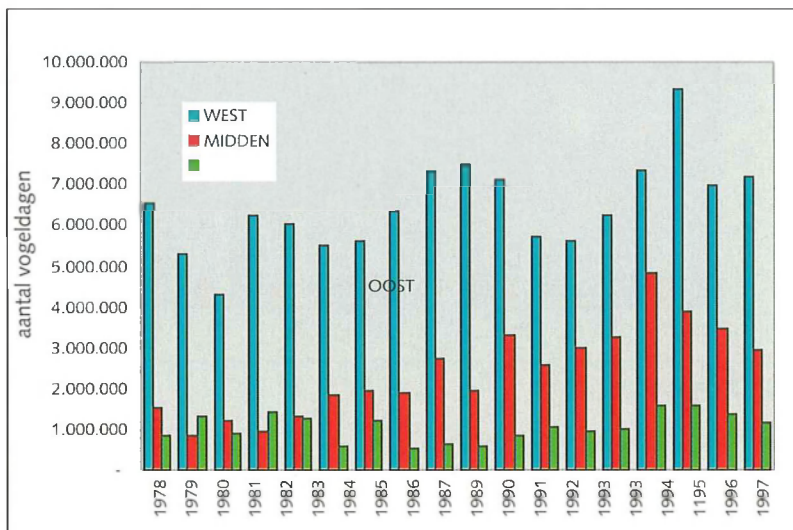


Figuur 8 primaire productie

note: SVOD = Schaar van Ouden Doel

latie in de Westerschelde. De verwachting is dat deze fourageermogelijkheid in 25 jaar met 10 tot 20 % toeneemt.

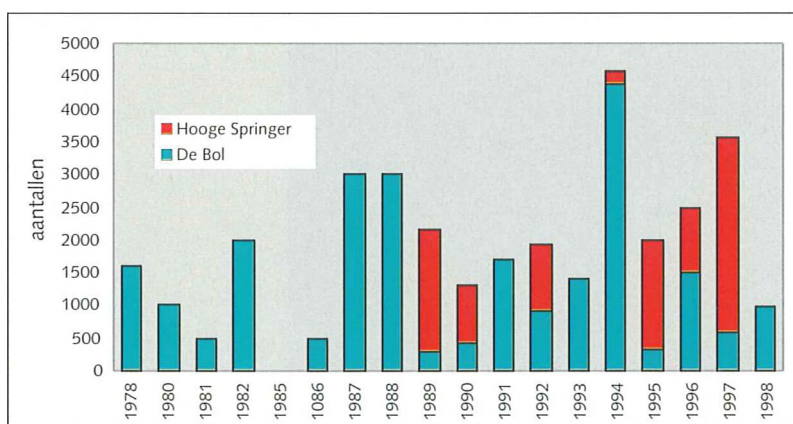




Figuur 9 gebruik door steltlopers per deelgebied* (vogeldagen)

*Ter informatie: de scheidingslijn tussen west en midden wordt gevormd door de lijn Terneuzen-Hoek van Baarland, en de grens midden-oost door de lijn Hansweert-Perk-polder (veerdienst). De gehanteerde indeling wijkt slechts weinig af van de fysieke indeling.

De zogenaamde 'vogeljaar' zijn geen kalenderjaren, maar beginnen in juli. Het vogeljaar 1997 bijvoorbeeld begint in juli 1997 en eindigt in juni 1998.



Figuur 10 Aantal ruiende Bergeenden op De Bol en de Hooge Springer (Hooge Platen) [telling augustus]

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

Hoewel nu nog onvoldoende informatie aanwezig is over het areaal aan geschikte ecotopen voor steltlopers, wordt in het onderstaande een overzicht gegeven van de ontwikkelingen op de hoogwatervluchtplaatsen langs de Westerschelde. Uit verschillen tussen de jaargemiddelde ('90-'96) en 1997 blijkt dat het gebruik van het weste-

lijk en oostelijk deel ongeveer gelijk is gebleven. Het middendeel is na een piek in 1994 weer iets in gebruik verminderd.

Vogelfunctie van de Hooge Platen

Ontwikkeling laatste decennia

De Hooge Platen is een zeer belangrijk broedgebied voor sterns en ruigebied voor Bergeenden. Het areaal en de droogvalduur van de plaat bepalen in sterke mate de potentie van de plaat als broed- en ruigebied. Uit monitoringgegevens blijkt dat zowel het areaal boven NAP +2 meter (GHW), als tussen NAP +2 en -2 meter in de loop der jaren licht fluctueerde.

Het aantal ruiende Bergeenden op de Hooge Platen is vanaf 1978 behoorlijk aan variatie onderhevig. Wel zijn de Bergeenden vanaf 1989 de Hooge Springer gaan gebruiken om te ruien (figuur 10).

Vanaf 1979 tot circa 1987 zijn het aantal broedsels van de visdief sterk toegenomen. Vanaf dat jaar is het aantal ongeveer gelijk gebleven. Daarnaast is vanaf circa 1987 de Grote Stern ook op de Hooge Platen gaan broeden. Het aantal broedsels is in de jaren daarna sterk uitgebreid (figuur 11).

Verwachte ontwikkelingen komende 25 jaar

De plaat zal naar verwachting niet verlagen door de verruiming, zodat de droogvalduur niet korter wordt. Daarnaast wordt geen vermindering van het plaatareaal boven hoogwater verwacht. Hierdoor zal de vogelfunctie van de Hooge Platen voor de sterns (broedgebied) en de bergeenden (ruigebied) niet aangetast worden.

Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

De laatste twee jaren heeft zich geen opvallende wijziging in de hoogteligging van de platen voorgedaan.

Het aantal ruiende Bergeenden was in augustus 1997 groot, waarbij de Hooge Springer een bijzonder groot aandeel leverde (figuur 10). In augustus 1998 is het aantal sterk gedaald, waarbij alleen De Bol een aandeel leverde.

Het aantal broedende sterns nam in 1997 ten opzichte van de twee jaren daarvoor iets af (figuur 11), in 1998 vond door een toename van Grote stern en Visdief weer een stijging plaats.

Schor

Ontwikkeling laatste decennia

De Westerschelde is van nature erg sedimentrijk, met name het oostelijk deel. De schorren in de Westerschelde worden door sedimentatieprocessen geleidelijk hoger. Het Land van Saeftinghe en het schor bij Waarde bijvoorbeeld werden in de periode 1987-1997 circa 0,5 tot 3 cm per jaar hoger door afzetting van sediment.

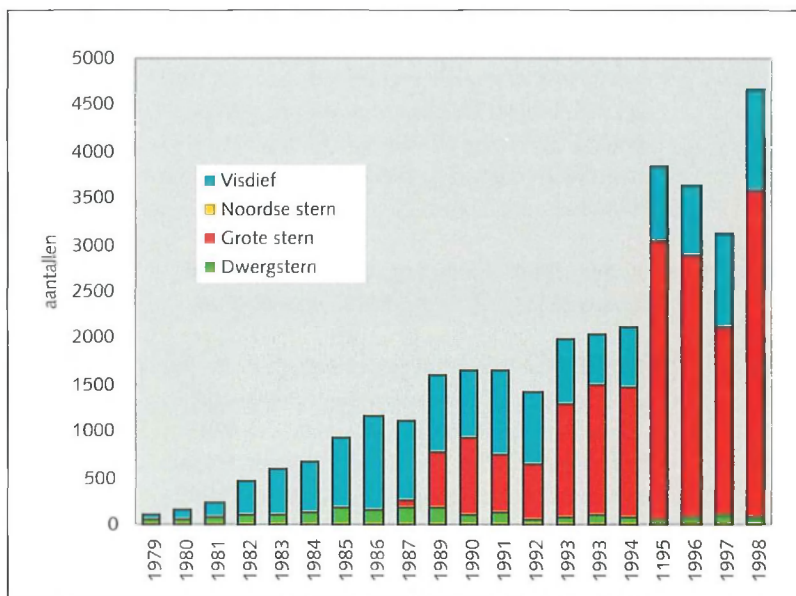
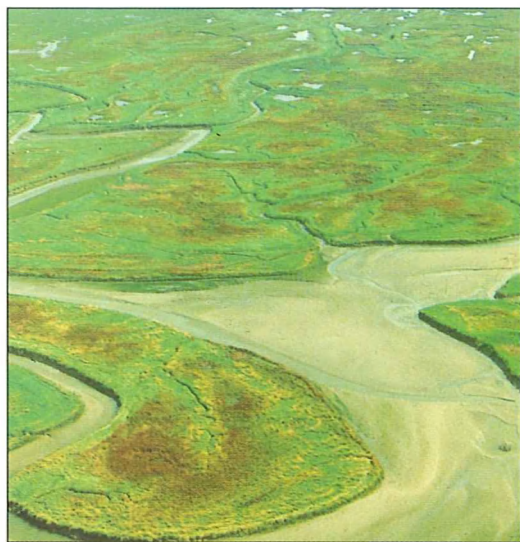
De fluctuaties in de netto sedimentatie op de schorren in de periode 1987-1997 is vergelijkbaar met schorren in estuaria met vergelijkbare getijregimes (Stapel & De Jong, 1998). Op grond van de beschikbare gegevens kan geen verband worden gelegd met veranderingen in baggerstorthoeveelheden of het optreden van stormen.

Verwachte ontwikkelingen komende 25 jaar

Er wordt niet verwacht dat de verruiming leidt tot een versnelde verhoging van de schorren. Alleen op schorren in de naaste omgeving van een stortlocatie (Schor van Waarde en Zuidgors) kan mogelijk extra sediment worden aangevoerd.

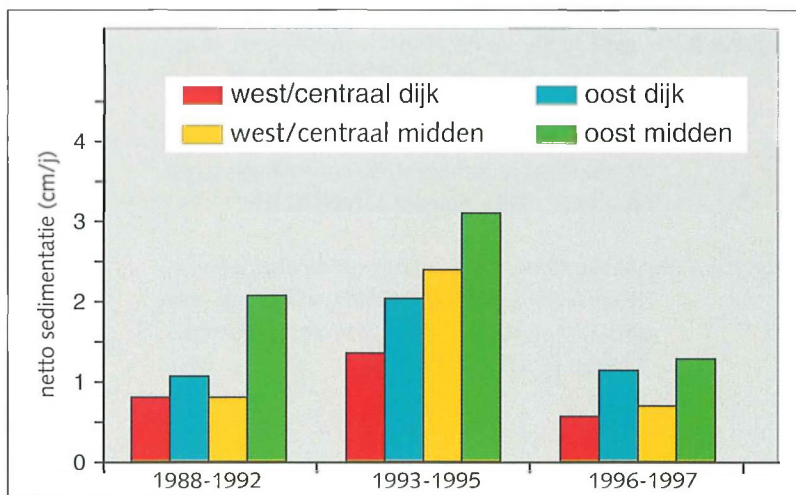
Waargenomen ontwikkelingen in de verruimingsperiode

In het sedimentatiepatroon op de schorren van Waarde (figuur 12) en Saeftinghe is in de periode 1996-1997 geen verandering opgetreden. De monsternames hebben echter maar voor een deel tijdens de verruiming plaatsgevonden (2e helft 1997).



Figuur 11 Aantal broedende sterns op de Hoge Platen

Note: In de jaren '79, '80, '88, '90 en '91 is er één broedsel van de Noordse stern waargenomen



Figuur 12 Gemiddelde netto sedimentatie [cm/j] op het schor bij Waarde (Het onderzoek op Waarde levert de meest complete tijd- en ruimtereeks).

Literatuurlijst

- Berchum, A., et al, 1999.** Monitoring van de effecten van de verruiming 48' - 43'; werkdocument met betrekking tot chemie en biologie, periode 1997 en 1998. Project Monitoring Verruiming Westerschelde. Behorend bij voortgangsrapportage april 1999 - rapport 3. Werkdocument RIKZ/AB-99.811x.
- Coosen, J., et al., dec. 1998.** Voortgangsrapportage Natuurcompensatieprogramma 1998. Nota 99.004
- Dekker, L., april 1999.** Monitoring van de effecten van de verruiming 48' - 43'; werkdocument met betrekking tot getij en zout, periode 1997 en 1998. Project Monitoring Verruiming Westerschelde. Behorend bij voortgangsrapportage april 1999 - rapport 3. AX99.001
- Groenenberg, M, april 1999.** Monitoring van de effecten van de verruiming 48' - 43'; werkdocument met betrekking tot morfologie, periode 1997 en 1998. Project Monitoring Verruiming Westerschelde. Behorend bij voortgangsrapportage april 1999 - rapport 3. NWL99.18.
- Jong, J.E.A. de, april 1999.** Monitoring van de effecten van de verruiming 48' - 43'; werkdocument met betrekking tot baggeren en storten, periode 1997 en 1998. Project Monitoring Verruiming Westerschelde. Behorend bij voortgangsrapportage april 1999 - rapport 3. NWL99.19.
- Jong, J.E.A. de, et al., 1996.** Beoordeling van de effecten van de verruiming 48' - 43' - Plan van aanpak - rapport 2; project Monitoring Verruiming Westerschelde; Directie Zeeland.
- Jong, S.A. de & A. Van Kleef, maart 1996.** Ontwikkelingen in de Westerschelde; prognose voor de komende 25 jaar. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland. Nota AX-96.009/NWL-96.14/RIKZ-96.006.
- Jong, S.A. de, januari 1999.** Milieu Aspecten Studie Baggerspeciestort Westerschelde; Studie naar de effecten van het storten van specie, vrijkomend bij de 43/48 voet verruiming van de vaarweg in de Westerschelde. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland.
- Mol G., A.M. van Berchum, G.M. Krijger, 1997.** De Toestand van de Westerschelde aan het begin van de verruiming 48'/43' - rapport 1; rapport RIKZ - 97.049. ISBN 90-369-3412-5.
- Stapel J. en D. De Jong, 1998.** Sedimentatiemetingen op het schor bij Waarde en het Verdrongen Land van Saeftinge, Westerschelde (ZW Nederland). Sedimento et Submergo. Rapport RIKZ-98.022
- Vroon, J., et al, 1997.** Westerschelde, stram of struis?; Eindrapportage van het Project Oostwest, een studie naar de beïnvloeding van fysische en verwante biologische patronen in een estuarium. Rapport RIKZ-97.023. ISBN 90-369-3441-9.
- Wattel, G., 1998.** Waterkwaliteit Westerschelde 1990 t/m 1998. Werkdocument RIKZ/AB-98.843x
- Westenbrugge C., 1999.** Monitoringsresultaten geulwandverdediging Bath.
- Wolfert, H.P., 1996.** Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels. Uitgangspunten en plan van aanpak. RIZANota 96.050. ISBN 90-36-95-01-63.

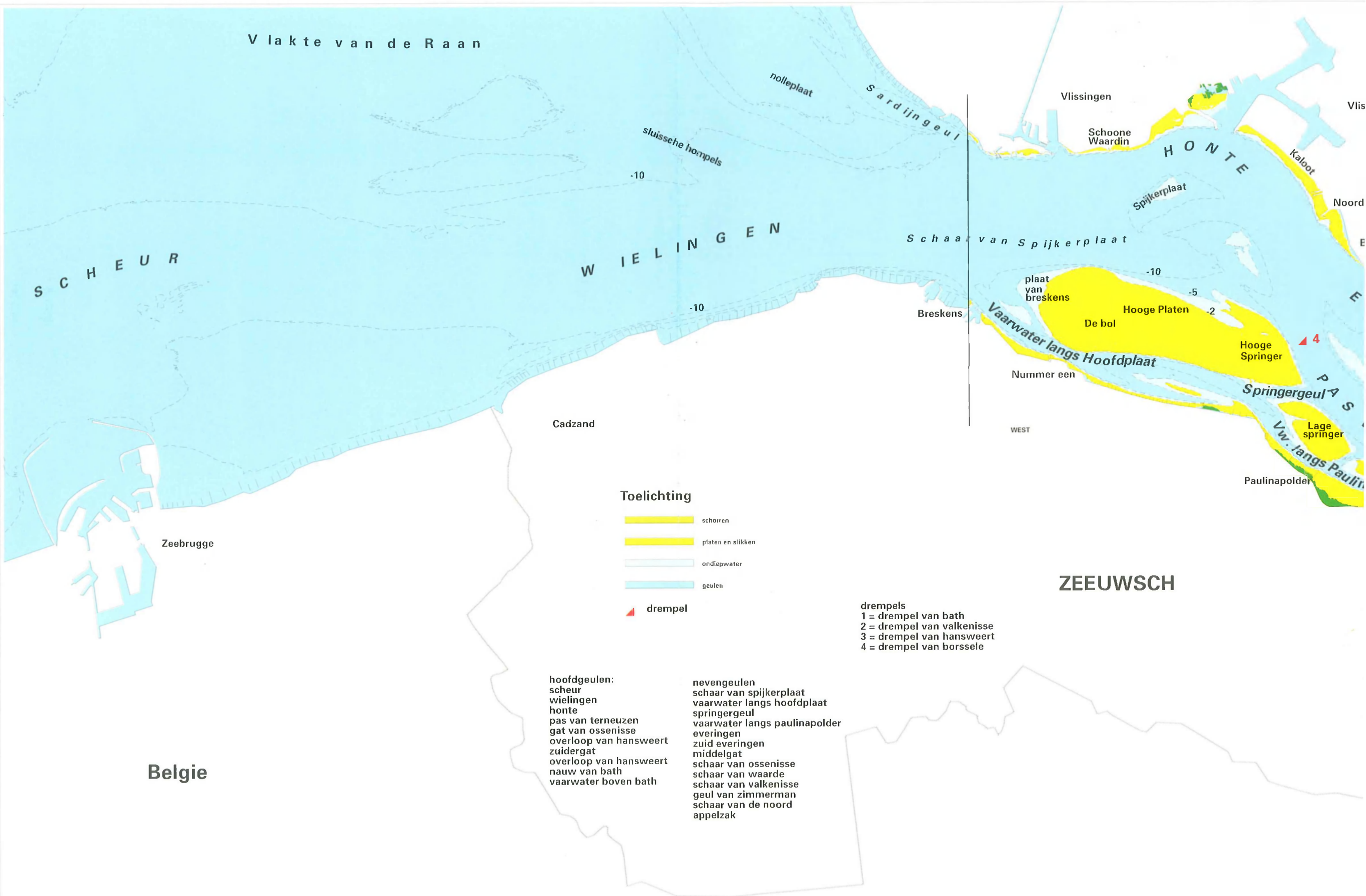
Begrippenlijst

A-BIOTISCH:	Alle niet levende zaken , tegenovergesteld aan biotisch. A-biotische factoren die het leven bepalen zijn o.a. temperatuur, saliniteit en bodemsamenstelling.
AREAAL GEUL:	Buitendijkse gebieden, waarvan de bodem dieper is gelegen dan NAP - 5 meter.
AREAAL ONDIEPWATER-GEBIED:	Buitendijkse gebieden, waarvan de bodem gelegen is tussen NAP - 2 meter en NAP - 5 meter.
AREAAL PLAAT:	Buitendijkse gebieden, waarvan de bodem hoger is gelegen dan NAP -2 meter en niet begroeid zijn en niet grenzen aan oevers.
AREAAL SCHOR:	Buitendijkse gebieden die begroeid zijn en waarvan de bodem hoger ligt dan NAP - 2 meter. De begroeiingsgrens is vaak een steilrand. Indien geen klif aanwezig is wordt als grens een bedekkingsperscentage van 50 % aangehouden.
AREAAL SLIK:	Buitendijkse gebieden, waarvan de bodem hoger ligt dan NAP -2 meter, en niet begroeid zijn en grenzen aan oevers.
BIOTA:	Alle leven, c.q. alle planten en dieren uit een bepaald gebied.
BODEMGEMEENSCHAP:	Het geheel van organismen die in en op de bodem samen voorkomen.
DEELGEBIEDEN	
...OOSTELIJK DEEL:	Het gebied dat valt binnen de vaklodingsbladen 1 en 2 (zie fig.1)
...WESTELIJK DEEL:	Het gebied dat valt binnen het vaklodingsbladen 4, 5 en 6 (zie fig.1)
...MIDDENDEEL:	Het gebied dat valt binnen het vaklodingsblad 3 (zie fig.1)
...MOND:	Het gebied dat valt binnen de vaklodingsbladen 12 t/m 19 + 44 (zie fig.1)
DYNAMIEK:	Mate van veranderlijkheid van de ligging en vorm van platen en geulen in de tijd.
ECOSERIES:	Een ruimtelijke eenheid die homogeen is ten aanzien van conditionerende omgevingsfactoren en daarmee tot op zekere hoogte homogeen is ten aanzien van de ecologische leefgebieden die er binnen voorkomen. Voorbeelden: geulen, ondiepwater-gebied, platen, slikken, schorren.
ECOSYSTEEM:	Het interactieve geheel van een biologische gemeenschap en haar niet-levende omgeving. Bijvoorbeeld: bos, koraalrif, estuarium.
ECOTOOP:	Een ecologisch leefgebied als een ruimtelijk begrensde eenheid waarvan de samenstelling en ontwikkeling wordt bepaald door a-biotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid. Voorbeeld van een ecotoop: een hooggelegen, hoogdynamische en slibarme plaat..
FOURAGEREN:	Voedsel zoeken.
FYTOPLANKTON:	Het plankton omvat alle drijvende, zwevende of zwak zwemmende organismen die worden "gedragen" of en verspreid door stromingen in het water. Fytoplankton omvat alle plantaardige vormen die daaraan voldoen.
GEOMORFOLOGIE:	De zichtbare vormen in het landschap
GETIJ:	Gemiddeld getij (over 10 jaar)
GETIJVOLUME:	De som van het vloedvolume en het ebvolume

GEULEN

...HOOFDGEULEN:	Geulen in de Westerschelde die worden gebruikt als hoofdvaarwater. Deze zijn : Scheur - Wie-lingen - Honte - Pas van Terneuzen - Gat van Ossensisse - Overloop van Hansweert - Zuider-gat - Overloop van Valkensisse - Nauw van Bath - Pas van Rilland - Schaar van Ouden Doel.
...NEVENGEULEN:	Alle geulen die geen hoofdgeul zijn.
...VLOEDGEULEN:	Geulen die gedomineerd worden door de vloedstroom (vloeddebiet groter dan ebdebiet).
...EBGEULEN:	Geulen die gedomineerd worden door de eb-stroom (ebdebiet groter dan vloeddebiet).
...KORTSLUITGEULEN:	Geulen die de verbinding vormen tussen de ebgeulen en de vloedgeulen.
GEULWANDVERDEDIGING:	Harde constructie ter bescherming van de oevers met aanliggende slikken/schorren. Deze con-structie gaat verdere uit-bochting van de geul tegen. De constructie wordt aangelegd van NAP -2 m tot de geulbodem. Tevens wordt ca 10 m van de geulbodem bestort.
HABITAT:	Typische woon- of verblijfplaats van plante- of diersoort.
INHOUD GEULEN:	De geulinhoud onder NAP -2m.
INHOUD PLATEN:	De zandinhoud van de platen boven NAP -2m.
INSCHARING:	Het proces van uitbochting van de geul, waarbij de geul zich richting oever verplaatst.
KINDERKAMER:	Een gebied heeft een kinderkamer functie, wanneer bijvoorbeeld vissen (een deel van) hun opgroei tijd er doorbrengen.
KOMBERGING:	Waterinhoud van de schijf tussen gemiddeld hoogwater en gemiddeld laagwater
MACROZOÖBENTHOS:	Alle dierlijke organismen die met het blote oog zichtbaar zijn en op of in de bodem leven.
MICROPHYTOBENTHOS:	Alle microscopische kleine planten die op de bodem leven
MINERALISATIE:	Het overgaan van organisch naar anorganisch materiaal door chemische en/of biologische activiteit.
MTR:	Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau voor waterkwaliteit (4e Nota waterhuishouding)
PLAATCOMPLEXEN:	Een stelsel van platen
POPULATIE:	Een groep organismen van dezelfde soort, die op een bepaald ogenblik een bepaalde ruimte bewonen.
PRIMAIRE PRODUCTIE:	De produktie van biomassa uit zonne (licht) energie. Het vormt de eerste stap in de voedselke-ten
SLIB:	Sediment met een korreldiameter kleiner dan 63mm.
STORTLOKATIE:	Een in de besluitwet aangegeven stortplaats voor het storten van baggerspecie.
STREEFWAARDEN:	Waterkwaliteitsnorm (3e nota Waterhuishouding)
VEGETATIEZONE:	Gebiedsdeel met een karakteristieke vegetatietype.
VOEDSELWEB/VOEDSELKETEN:	Een serie van organismen die elkaars voedsel vormen. Hierbij wordt vaak gestart bij het fyto-plankton en geëindigd bij de grote vleeseters.
VOGELFUNCTIE:	Geschiktheid als fourageer-, rust- en/of broedgebied voor vogels.

OVERZICHTSSITUATIE GEULEN, PLATEN, SLIKKEN, SCHORREN EN ONDIEPWATER



TER IN DE WESTERSCHELDE 1997

