

Ontwikkelingen in de Westerschelde

prognose voor de komende 25 jaar



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zeeland

Rijkswaterstaat, directie Zeeland/RIKZ

Nota AX-96.009/NWL-96.14/RIKZ-96.006

maart 1996

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	5
2	Inleiding	7
3	De Westerschelde als morfologisch en ecologisch systeem	9
3.1	Kenschets van het Schelde estuarium	9
3.2	Processen in het Schelde estuarium	9
3.3	Morfologie van het Schelde estuarium	10
3.4	Ecologie van het Schelde estuarium	11
3.4.1	Bodemdieren	12
3.4.2	Vissen	12
3.4.3	Vogels	13
4	Verruiming van de vaarweg in de Westerschelde	15
4.1	Verdrag inzake verruiming vaarweg Westerschelde	15
4.2	Verruimingswerkzaamheden	15
4.3	Bagger-, stort- en zandwinstrategie	16
4.4	Geulwandverdedigingen	16
4.5	Monitoring: doel en uitvoering	17
5	Prognose van effecten	19
5.1	Ontwikkelingen tot nu toe	19
5.2	Morfologische ontwikkelingen	20
5.2.1	Prognose ontwikkelingen van de oppervlakten habitats in de komende 25 jaar	21
5.2.2	Morfologische effecten tijdens de verdieping	22
5.2.3	Morfologische effecten na de verdieping	22
5.3	Ecologische ontwikkelingen	23
5.3.1	Ecologische effecten tijdens de verdieping	23
5.3.2	Ecologische effecten na de verdieping	26
6	Referenties	29

Bijlage 1 Ligging van morfologische habitats in 1959/60 en in 1988/90 in de Westerschelde.

Bijlage 2 Ligging van ecologische habitats in de Westerschelde.

Bijlage 3 Verdieping Westerschelde. Ligging van bagger-, stortlocaties en oever- en geulwandverdedigingen.

Bijlage 4 Geulwandverdedigingen in de Westerschelde.

1 Samenvatting

In de voor u liggende nota "Prognose van ontwikkelingen in de Westerschelde in de komende 25 jaar" worden de effecten ingeschat van de ophanden zijnde verdieping van de vaarweg in de Westerschelde en wordt een inschatting gegeven van het voortzetten van de huidige ontwikkelingen. Het doel van deze nota is om behulpzaam te zijn voor de keuzes die gemaakt moeten worden ten behoeve van het Herstelplan Natuur Westerschelde waarvoor in de Alternatievennota Herstel Natuur Westerschelde een eerste aanzet is gegeven.

Behalve de effecten beschrijft de nota huidige situatie van de Westerschelde in morfologisch en ecologisch opzicht en geeft ze aan welke werken in het kader van het Verdiepingsverdrag zullen worden uitgevoerd.

In de nota wordt uitleg gegeven over het voorkomen van de verschillende habitattypen in de Westerschelde, over de mechanismen die hun groei en afname beheersen en over de betekenis die zij hebben voor het ecologisch functioneren van de Westerschelde. De bijzondere betekenis van schorren, slikken en ondiep water gebieden wordt daarbij aangegeven. Juist deze overgangsgebieden tussen land en water vormen een vruchtbare habitat en herbergen een rijke schakering aan leven. Zij vormen daarmee een onmisbare schakel in de voedselketen van het estuarium. Oppervlakteverlies van deze habitats grijpt direct in op het vermogen voor het opvangen van onverwachte verstoringen van het ecosysteem van de Westerschelde. De ecologische buffercapaciteit van het estuarium neemt hiermee af.

Ten gevolge van eerdere ingrepen in de Westerschelde, voornamelijk inpolderingen en vaargeulregulering, zijn de natuurwaarden van de Westerschelde aanmerkelijk afgenomen. Behalve een vermindering van de natuurlijke dynamiek is vooral het areaal aan schorren, slikken en ondiep water gebieden afgenomen. Daartegenover staat dat de geulen dieper en breder zijn geworden en de platen in omvang en hoogte zijn toegenomen. Verwacht wordt dat deze trend zich, ook zonder de verdieping van de Westerschelde, zal voortzetten.

Door de verdiepingswerken zullen aanzienlijke zandstortingen in enkele nevengeulen plaatsvinden, waardoor de daaraan grenzende plaatgebieden omvangrijker worden. Tevens zullen de hoofdstroomgeulen worden vergroot en verder worden gestabiliseerd. Zowel de vergroting van de zandplaten als de verbreding van de hoofdgeul gaan ten koste van aangrenzende ondiep water gebieden. Tengevolge van de komende verdieping wordt verwacht dat in de komende 25 jaar bijna 300 ha ondiep water gebied verloren zal gaan.

De voortzetting van de autonome ontwikkeling, die wordt gekarakteriseerd door voortgaande verbreding van het geulensysteem en ophoging van plaatgebieden, zal een verlies van ruim 100 ha slik en schor en bijna 100 ha ondiep water gebied veroorzaken.

Tezamen treedt door de verdieping en autonome processen voor de komende 25 jaar een verwacht verlies van het areaal schorren, slikken en ondiep water van ca 500 ha op.

Het "goed" functioneren van een estuarium en dus ook van de Westerschelde is gebaat bij een zo groot mogelijke verscheidenheid aan habitats en een goede verhouding daartussen. Door het creëren van zo'n 300 ha ondiep water gebieden, of gelijkwaardige herstelwerken, kan compensatie gegeven worden voor de directe effecten van de komende verdieping. Voor het stoppen van de autonome achteruitgang van het estuarium moet daarnaast ca 200 ha aan schorren, slikken en ondiep water gebieden gecreëerd worden.

Door het ontwikkelen in de komende 25 jaar van ca 500 ha schorren, slikken en ondiep water gebieden, of gelijkwaardige herstelwerken, kan globaal een "stand-still" bereikt worden van de achteruitgang van het areaal aan deze gebieden.

2 Inleiding



Voor u ligt de nota "Prognose van ontwikkelingen in de Westerschelde in de komende 25 jaar". Het is een kennisdocument waarin de effecten van de verdieping tezamen met de huidige autonome trend nader in beeld worden gebracht. In hoofdstuk 3 wordt een beeld geschetst van het huidige Westerschelde estuarium. Naar aanleiding van het Verdrag inzake de verruiming van de vaarweg in de Westerschelde wordt in hoofdstuk 4 de verdiepingsingreep beschreven, met de daarbij horende maatregelen om ongewenste effecten te minimaliseren en het uit te voeren monitoringsprogramma. Hoofdstuk 5 geeft de

prognose van de effecten die in de komende 25 jaar in de Westerschelde worden verwacht. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen morfologische effecten en effecten op het ecosysteem. Bij de morfologische effecten is daarbij onderscheid gemaakt tussen de effecten tengevolge van de verdieping en de effecten tengevolge van de voortzetting van de huidige, autonome trend. Er is daarnaast onderscheid gemaakt in korte en lange termijn effecten. De ecologische effecten zijn gebaseerd op de totale verwachte morfologische veranderingen.

3 De Westerschelde als morfologisch en ecologisch systeem

3.1 Kenschets van het Schelde estuarium

Een estuarium is een door land ingesloten, in vrije verbinding met de zee staand kustwater, dat onder getijdeinvloed staat. Het van het land afstromende zoete water mengt zich hierin met het zoute zeewater. De grens aan landzijde wordt gelegd waar de getijde invloed niet meer meetbaar is. De grens aan zeezijde wordt gelegd waar de typische geomorfologie met eb- en vloedgeulen, ondiep water en intergetijdegebieden overgaat in de normale zeebodem. Het Schelde estuarium is een voorbeeld van een rivier/delta estuarium. Rivier/delta estuaria staan vrijwel overal op de wereld onder zware menselijke druk, door intensieve scheepvaart, visserij, delfstofwinning en vervuiling. Vele estuaria zijn daardoor reeds in een vergaand stadium van afbraak. Ze spelen onder meer een dominante rol in de ecologie van de aangrenzende kustzeeën, waardoor ze op veel plaatsen in de wereld van doorslaggevend belang zijn voor de zeevisserij op de wereld. Essentieel voor een estuarium is het zichzelf kunnen "hernieuwen", via ruimte voor de daarin optredende natuurlijke fysische, chemische en biologische processen. Instandhouden van voldoende leefgebieden voor kenmerkende plant- en diersoorten en gradiënten zijn voorwaarde voor het duurzaam functioneren van het estuariene voedselweb.

Het Schelde estuarium loopt van het buitenmondingsgebied westelijk van Vlissingen tot aan de sluizen in Gent en heeft een totale lengte van bijna 200 km. Het Nederlandse deel heet Westerschelde, het Vlaamse deel de Zeeschelde.

3.2 Processen in het Schelde estuarium

Van nature is een estuarium een natuurlijke en hernieuwbare hulpbron. Een hulpbron die "draait" op natuurlijke processen die energie invangen en doorgeven. In het kort gaat het om de volgende processen.

■ Fysische processen:

- transportprocessen als gevolg van de getijdewerking en vorm van het estuarium,
- landschapsvormende en eroderende processen,
- menging van zoet en zout water,
- binding van stoffen aan sedimentdeeltjes.

■ Chemische processen:

- door menging van zee- en rivierwater optredende chemische reacties tussen stoffen,
- chemische omzetting van stoffen in de bodem,
- chemische omzetting van stoffen in biota.

■ Biologische processen:

- invangen van zonne-energie (primaire productie),
- vastleggen van energie in biomassa (organisch koolstof)
- doorgeven van biomassa naar opeenvolgende voedselnivo's door interacties tussen planten en dieren (koolstof-stroom in voedselweb),
- leven en sterven van allerlei planten en dieren in de gradiënt tussen rivier en zee,
- bacteriële afbraak processen (mineralisatie).

Deze processen verlopen optimaal in een gezond functionerend estuarium. Ze bepalen de draagkracht van het estuarium voor allerlei (maatschappelijke en natuurlijke) functies. Druk uitgeoefend op ieder van deze processen heeft gevolgen voor het functioneren van het geheel. Systeemvreemde stoffen, verontreinigingen beïnvloeden de natuurlijke processen op een negatieve wijze.

De bodem van de Westerschelde bestaat bijna overal uit slibarm zand. Uitzondering hierop vormen de slikken en schorbodems die in het algemeen sterk slibhoudend zijn. De waterbodemkwaliteit in de zandige delen van het bekken (de geulen en de zandige intergetijdegebieden) is goed. Naarmate het slibgehalte in de waterbodem toeneemt wordt doorgaans ook een hoger gehalte aan microverontreinigingen aangetroffen. Sedimentatiegebieden (slikkige intergetijdegebieden, schorren en havens) zijn daarom in veel gevallen nog steeds enigszins vervuild. Uit onderzoek op het Verdrongen Land van Saeftinge is echter gebleken dat het recenter gesedimenteerde materiaal een duidelijk betere kwaliteit heeft dan het slib dat vóór 1985 bezonken is.

Hoewel de kwaliteit van het via de Schelde aangevoerde water en zwevend stof, met name wat betreft de anorganische microverontreinigingen, vanaf circa 1985 duidelijk is verbeterd, voldoet deze kwaliteit bij Schaar van Ouden Doel voor

een aantal parameters nog steeds niet aan de grenswaarde. Een probleem vormt nog steeds het lage zuurstofgehalte dat gedurende een groot deel van het jaar in het Vlaamse deel van de Schelde optreedt. Meer westelijk, in de Westerschelde, is de kwaliteit van zowel water als zwevend stof als gevolg van de toenemende invloed van het zoute water beduidend beter dan in de Zeeschelde.

Inpolderingen, baggeren en storten verstoren fysische processen. Menselijke beïnvloeding werkt zo in op stabiliteit en draagkracht van het systeem. Tot nu toe is de duurzaamheid, of ecologische buffercapaciteit hierdoor ingeperkt. Hiermee wordt bedoeld het vermogen voor het opvangen van onverwachte verstoringen van het ecosysteem van de Westerschelde.

3.3 Morfologie van het Schelde estuarium

Het Schelde estuarium is één van de laatste min of meer natuurlijke estuaria in Nederland. Het wordt gekenmerkt door een hoge mate van morfodynamiek. Morfodynamiek is het samenspel tussen de waterstroming en het zandtransport. Het stromen van water zorgt voor veranderingen in de bodem (morfologie), die op hun beurt weer veranderingen in de waterstroming veroorzaken. Dit samenspel zorgt voor een continu veranderend uiterlijk van de geulen, platen, slikken en schorren.

In de Westerschelde zijn drie verschillende typen geulen te onderscheiden: ebgeulen, vloedgeulen en kortsluitgeulen.

De ebgeulen zijn in het algemeen diepe geulen, die met grote bochten van de ene oever naar de andere slingeren. Deze geulen schuren in het algemeen de buitenbochten uit, en worden daarvoor van nature steeds bochtiger, tot ze de dijken van de Westerschelde bereikt hebben. De ebgeulen zijn als hoofdvaarwater in gebruik. Daar waar de ene bocht van de ebgeul overgaat in de andere bocht, bevinden zich ondieptes die hinder opleveren voor de scheepvaart. Op deze ondieptes, drempels genoemd, wordt het meeste gebaggerd.

De vloedgeulen zijn in het algemeen wat minder diep dan de ebgeulen, en zijn meestal vrij recht.

Zij vormen de nevengeulen in de Westerschelde. De vloedgeulen monden aan de landwaartse kant uit in het derde type geulen; de kortsluitgeulen. Dit type geulen is veruit het beweeglijkste type in de Westerschelde. Soms verplaatsen ze zo'n 100 meter per jaar in zijdelingse richting. De kortsluitgeulen vormen de verbinding van de vloedgeulen met de ebgeul.

Tussen de vloedgeulen en de ebgeulen, los van de oevers, liggen de grote zandplaten. Deze gebieden vallen elk getij droog. Sommige zandplaten worden van tijd tot tijd door verplaatsingen van geulen afgebroken. Op andere plaatsen ontstaan dan weer nieuwe, jonge platen. Aan de randen van de Westerschelde, tussen de dijken en de geulen, liggen slibrijke slikken en hier en daar een schor. Op de overgang van de diepe geulen naar de slikken en platen bevindt zich ondiep water gebied.

De kenmerkende milieutypen van de Westerschelde, de geulen, platen, slikken, schorren en het ondiep water gebied, bestaan bij de gratie van voortdurende verandering. Sommige gebieden zijn stabiel, anderen verplaatsen sterk of veranderen snel in hoogte of diepte. Veranderingen in stromingspatronen en wisselingen in het samenspel tussen vloed- en ebgeulen doen het uiterlijk van de Westerschelde steeds opnieuw veranderen, en zorgen op die manier steeds opnieuw voor verversing van het systeem en voor de aanwezigheid van zowel jonge als oude gebieden. De verdeling van morfologische habitats in de Westerschelde rond 1960 en 1990 is weergegeven in bijlage 1.

De hoeveelheid water die per getij bij Vlissingen de Westerschelde in- en weer uitstroomt, bedraagt ca. 1,2 miljard m³. De rivierafvoer van de Schelde bedraagt 5 miljoen m³ per getijcyclus. Dit betekent dat de invloed van de zee relatief groot is ten opzichte van die van de rivier.

De meeste estuaria zijn sedimentvangs (Pieters, 1993). In het algemeen wordt zowel van de rivier als uit zee zand en slib aangevoerd. Daarom zijn estuaria geneigd te verlanden, wat meestal relatief langzaam gaat. Deze natuurlijke verlanding treedt op door sedimentatie van zand en slib in beschutte gebieden en in de hogere zones van

het intergetijdegebied. Verlanding gaat gepaard met afname van komberging. Hierdoor nemen in de benedenstroomse geulen, die door de afgenomen komberging minder water aan- en afvoeren, de stroomsnelheden geleidelijk af. De afname van de kracht van het getij heeft afname van de dynamiek van de geulen tot gevolg, waardoor steeds meer platen ongehinderd in hoogte kunnen groeien.

Het verlandingsproces van estuaria kan door menselijke ingrepen aanzienlijk worden versneld. Zo hebben inpolderingen vermindering van komberging tot gevolg. Ook het aanleggen van leidammen heeft invloed op de komberging, aangezien deze dammen de vorming van hoge gebieden stimuleren. Tevens hebben dammen tot gevolg dat de kracht van het getij, en daarmee de natuurlijke kracht om geulen op diepte te houden, vermindert. Verdiepingen van de vaarweg hebben tot gevolg dat de dynamiek van de getijgeulen afneemt, waardoor ongehinderde plaatgroei gaat overheersen. Plaatgroei heeft kombergingsafname tot gevolg.

3.4 Ecologie van het Schelde estuarium

Planten en dieren stellen eisen aan hun omgeving. Deze eisen bepalen hun karakteristieke plaats van voorkomen, de leefomgeving of habitat. De morfologische en chemische condities ter plaatse bepalen de geschiktheid of kwaliteit van de habitat voor haar bewoners als leefgebied. Functies van leefgebieden zijn: paai- en opgroei-gebied, broed-, rust-, rui- en fourageergebied en in sommige gevallen refugium (uitwijkplaats) voor zeldzame planten en dieren.

In bijlage 2 wordt een overzicht gegeven van de verschillende hoofdtypen van leefgebieden in de Westerschelde. Ze komen grotendeels overeen met de morfologische habitats, maar de platen en slikken vallen onder de noemer intergetijdegebied (droogvallend bij eb). Ecologisch valt er binnen deze gebieden onderscheid te maken in bodemsamenstelling en dynamiek.

De verschillende plant- en diergroepen die in de Westerschelde voorkomen zijn afhankelijk van elkaar. Het voedselweb wordt gevormd door alle diergroepen aanwezig in het Westerschelde estuarium inclusief hun onderlinge relaties (het geheel

van 'eten en gegeten worden').

De aanwezige soorten en hun relaties binnen het estuariene voedselweb vormen samen met de verschillende habitattypes een eenheid, het ecosysteem.

Een ecosysteem functioneert op een gezonde en duurzame manier door het aanwezig zijn van de verschillende typen habitats en de karakteristieke bewoners daarvan. De habitat geeft ruimte voor de processen die nodig zijn om het voedselweb in stand te houden.

De volgende niet-biologische sleutelfactoren bepalen of planten en dieren zich daadwerkelijk in het estuarium gaan vestigen, of er tijdelijk verblijven:

- getij (waterstanden en stroomsnelheden),
- zoutgehalte en zoutdoordringing,
- troebelheid (hoeveelheid slib, detritus en algen in het water met de daarmee samenhangende lichtdoordringing),
- bodemsamenstelling (gehalte aan zand en slib, vlakke of reliëfrijke bodem, aanwezigheid en type bestortingen),
- veranderlijkheid van de bodem (met een lage of hoge dynamiek),
- trofietoestand (voedselarm tot voedselrijk),
- zuurstofverzadiging,
- temperatuur en klimaat en
- vervuilingstoestand.

De Westerschelde is het enige overgebleven estuarium in het Deltagebied en één van de weinige grote estuaria in West-Europa. De overgang tussen zout Noordzee water en zoet Schelde water biedt gelegenheid aan talloze dieren en planten die alleen daar kunnen bestaan, bij de gratie van eb en vloed en de menging van zoet en zout. Dit belang wordt nog eens onderstreept door de voor West-Europa centrale ligging van de Westerschelde. Ze ligt op het knooppunt van drie ecologische verbindingswegen:

- de trekroute voor vogels in noord-zuid richting,
- de migratieroute vis in oost-west richting,
- aan- en afvoer van voedingsstoffen, larven van platvis en jonge garnaal uit de Noordzee en het Kanaal.

Door het getij wordt via de geulen in het estuarium water getransporteerd. Water waarin voedsel

is opgelost, sediment zweeft en waarin vele soorten organismen (bacteriën, plankton, larven, garnalen, bodemdieren, vissen en zeehonden) worden meegevoerd of zich bewegen. Algen en bacteriën zorgen voor de aanmaak en afbraak van organische stof en leggen daarmee de basis voor de rest van het voedselweb.

De ondiep water gebieden met al haar bodemleven voorziet vissen en zeehonden van voedsel. Platen en slikken vormen de verblijfplaats van bodemdieren en bodemplanten. Hiervan zijn vogels, jonge vis en in, op en rond de bodem levende dieren afhankelijk voor hun voedselvoorziening. De uitwisseling van voedingsstoffen en organismen tussen schorren, slikken en ondiep water gebieden vormt de motor van het bodemgebonden voedselweb. Ondiep water gebieden zijn in het hele estuarium essentieel als opgroeigebied voor jonge vis. Dit is het geval voor krekken die de schorren doorsnijden, ondiepe prielen, maar evenzeer voor tussen de geulen en slikken in gelegen ondiep water gebieden. Platen en slikken worden door zeezoogdieren gebruikt om te rusten en zogen en hebben een rui- en rustfunctie voor vogels.

De schorren en de overstromingsgebieden hebben een broed-, rui-, rust- en voedselfunctie voor vogels, een kinderkamerfunctie voor jonge vis en bodemdieren en zijn een verblijfplaats voor brak-, zout- en zoetwatergetijdeplanten en voor jonge vis en garnalen.

Geulwandbestortingen, dijkbekleding, strekdammen, klei- of veenbanken zijn een verblijfplaats voor bodemdieren, bodemplanten, jonge vis en garnalen. Op de plaatsen waar bestortingen zijn aangebracht vestigt zich een levensgemeenschap die karakteristiek is voor brakke wateren en bestand tegen de sterk wisselende zoutgehaltes (van Berchum et al., 1995, van Moorsel, 1996).

Het ecosysteem Westerschelde draait middels deze ecologische processen die zich aan de randen en rond de platen van het estuarium afspeelen.

3.4.1 Bodemdieren

Het Westerschelde estuarium kan opgedeeld worden in een brakke zone (het oostelijk deel), een mariene zone (het westelijk deel), en een overgangszone (het middendeel). Deze zones worden gekenmerkt door hun eigen levensge-

meenschap van bodemdieren (Ysebaert & Meire, 1991). In het estuariene ecosysteem nemen de bodemdieren een belangrijke plaats in. Ze dienen als voedselbron voor krabben, vissen en vogels en consumeren zelf organisch materiaal, bacteriën en algen. Levensgemeenschappen van bodemdieren worden gekarakteriseerd door het voorkomen van specifieke combinaties van soorten. Op basis van 25 jaar onderzoek zijn voor het Westerschelde estuarium vier verschillende levensgemeenschappen onderscheiden (Ysebaert & Meire, 1993). Bepalend voor de plaats van voorkomen in het estuarium zijn abiotische factoren zoals de zoet-zout gradiënt van het estuarium en de hoogteligging, met name boven de laagwaterlijn (-2 tot +2 m NAP). Daarnaast speelt het sedimenttype en ook de bodemdynamiek een belangrijke rol. Fijner sediment bevat meer slib en daardoor meer voedsel. Dit is terug te zien in de hogere biomassa's van de bodemdieren in sediment dat fijner van samenstelling is (Coosen & Stikvoort, 1994).

Bodemdieren komen tot op grote diepte voor. De hoogste biomassa's en grootste aantallen worden aangetroffen in het intergetijdegebied en het daaraan grenzende ondiepe water (tabel 3-1). Hiermee wordt het belang van deze gebieden als fourageergebied voor vogels en opgroeigebied voor jonge vis benadrukt.

3.4.2 Vissen

De kustzone en het mondingsgebied van de Westerschelde wordt gekenmerkt door een hoge biomassa aan bodemdieren (Hamerlynck & Craeymeersch, 1990). Deze vormen een belangrijke voedselbron voor garnaal en vis. Voor commerciële visserij is de Vlakte van de Raan een belangrijk gebied, vooral voor garnaal, tong en schaar. De top in de visserij-activiteit ligt daar in de periode september tot november. Dit gebied heeft een belangrijke ecologische functie als paaigebied voor tong en zandspiering en als opgroeigebied voor haring, kabeljauw, schol, tong en schaar (Stronkhorst, 1986). Larven van commercieel aantrekkelijke vis worden in de periode februari/maart geboren. Pas in april vinden ze een vaste stek in deze zeer voedselrijke gebieden.

De ondiep water gebieden in de Westerschelde vormen belangrijke opgroeigebieden voor vis-

Tabel 3-1 Biomassa (uitgedrukt als gram asvrij drooggewicht per m²) van de bodemdieren aanwezig in de Westerschelde, gemiddeld over de jaren 1992 t/m 1994 (bron: Craeymeersch et al., 1993; 1994 a,b,c; 1995a,b).

dieptezone (m t.o.v. NAP)	westelijk deel (zoute zone)	middendeel (overgangszone)	oostelijk deel (brakke zone)
+1 tot -2 m (slik/plaat)	21.0	19.1	7.3
-2 tot -5 m (ondiep water)	15.5	9.0	1.8
-5 tot -8 m (geul)	1.2	4.9	1.3
dieper dan -8 m (diepe geul)	1.6	5.7	2.8

soorten als zeebaars, grondels, platvis en garnaal.

De visstand in de Westerschelde van tien niet-commerciële vissoorten toont in de afgelopen twintig jaar een grillig verloop maar is niet verschillend van die in de Oosterschelde, voor aanvang van de bouw van de stormvloedkering aldaar (Phernambucq, 1988).

3.4.3 Vogels

In de Westerschelde zijn in alle maanden van het jaar meer dan 20.000 watervogels aanwezig, in de wintermaanden gemiddeld zelfs tussen 150.000 en 200.000 (Meininger et al., 1995b). De '1%-norm' wordt ook in alle maanden van het jaar overschreden. Het gebied is van internationaal belang voor 12 soorten doortrekkende en overwinterende watervogels. Op volgorde van afnemende betekenis: grauwe gans, smient, pijlstaart, zilverplevier, bergeend, scholekster, kolgans, rosse grutto, kluut, bonte strandloper, lepelaar en wulp (Meininger et al., 1995b).

In 1979 is de Europese vogelrichtlijn vastgesteld (EEG, 1979). Deze richtlijn bevat lijsten van bedreigde soorten en geeft aan hoe er met de habitats van de soorten omgegaan dient te worden. In de vogelrichtlijn wordt gesteld dat er maatregelen getroffen dienen te worden voor de bescherming, instandhouding en herstel van biotopen en leefgebieden (artikel 3.2). Hierbij wordt een viertal maatregelen genoemd:

- instelling van beschermingszones,
- onderhoud en ruimtelijke ordening overeenkomstig de ecologische eisen van leefgebieden binnen en buiten de beschermingszones,
- herstel of opnieuw aanleggen van vernietigde biotopen,
- aanleg van biotopen.

Een aantal bedreigde soorten wordt regelmatig in en rond de Westerschelde aangetroffen. Dit zijn de volgende soorten: lepelaar, bruine kiekendief, blauwe kiekendief, slechtvalk, kluut, grote stern, visdief, dwergstern, velduil, blauwborst, brandgans, goudplevier, kemphaan, bosruiter en zwartkopmeeuw. Deze soorten hebben als belangrijkste habitat de schorren en slikken.

Noot 1 Criteria voor onder de Ramsar Conventie, die van kracht werd in 1975. De Ramsar conventie heeft het internationale belang van natte gebieden (wetlands) voor de watervogelpopulaties zijn voor het Westpalearctisch gebied (NW Europa) uitgewerkt. Wetlands zijn van internationaal belang wanneer er regelmatig meer dan 20.000 watervogels voorkomen, of wanneer er regelmatig meer dan 1% van een totale geografische populatie van een watervogelsoort van het gebied gebruik maakt (Rose & Scott, 1994; Meininger et al., 1995a).

4 Verruiming van de vaarweg in de Westerschelde

4.1 Verdrag inzake verruiming vaarweg Westerschelde

Vlaanderen en Nederland zijn overeengekomen om in de komende jaren de vaargeul naar Antwerpen in de Westerschelde verder uit te diepen. Hiertoe hebben het Koninkrijk der Nederlanden en het Gewest Vlaanderen op 17 januari 1995 het Verdrag inzake de verruiming van de vaarweg in de Westerschelde ondertekend. Uitvoering van dit verdrag zal er toe leiden dat de vaarmogelijkheden op de Westerschelde worden verruimd tot '48/43/38 voet'.

Voor de uitvoering van het verdrag zijn de volgende werken gepland:

- 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, en
- herstelwerken in verband met het verlies aan natuurwaarden.

Het verdrag bepaalt dat de herstelwerken tot doel hebben ongewenste effecten op de natuurwaarden van de Westerschelde, die al dan niet rechtstreeks ontstaan als gevolg van het verruimings-baggerwerk, te voorkomen of te verminderen. Bij deze ongewenste effecten wordt gedacht aan verlies aan schor- en slikareaal, verlies aan diversiteit van milieutypen, verlies aan natuurlijke dynamiek en toename van het zwevend stofgehalte. De herstelwerken zelf behoren de natuurlijke dynamische processen in de Westerschelde zo min mogelijk te belemmeren.

Volgens het verdrag kunnen de herstelwerken bestaan uit:

- het vastleggen van schorranden,
- andere maatregelen voor het behoud van schorren en slikken,
- het buiten of binnen de huidige hoogwaterkering doen ontstaan van nieuwe schorren en slikken, wanneer bestaande schorren en slikken niet kunnen worden behouden volgens bovengenoemde uitgangspunten, en
- andere maatregelen om de bovengenoemde ongewenste effecten te voorkomen of te verminderen.

In het kader van de studies voor het Herstelplan Natuur Westerschelde is onderzocht welke nadelige effecten de verdieping zal hebben op de natuur in de Westerschelde. Dit onderzoek kon moeilijk los gezien worden van onderzoek naar effecten van al bestaande ontwikkelingstrends in de Westerschelde. Daarnaast is onderzocht welke mogelijkheden er zijn om nadelige effecten van de verdieping voor de natuur te voorkomen of te herstellen. Dit gebeurde om uitvoering te kunnen geven aan de verplichting die Nederland op zich heeft genomen tot het uitvoeren van herstelwerken ingevolge het verdrag. Voor de Westerschelde is het beleid ten aanzien van de natuur gericht op ten minste handhaving en waar mogelijk versterking van het estuariene karakter (Beleidsplan Westerschelde, 1991).

4.2 Verruimingswerkzaamheden

In de Westerschelde wordt al sinds het begin van deze eeuw gebaggerd. Dit gebeurt op de natuurlijke ondiepten in de hoofdgeul, de zogenaamde drempels. Met de ontwikkeling van de moderne scheepvaart is de diepgang en daarmee de behoefte aan baggeren in de vaargeul sterk toegenomen. In de periode 1970-1975 vond al een verdieping van de drempels plaats. Het ligt nu in de bedoeling om in de komende periode (1996-1999) op acht drempels de bodem met 1 tot 1,5 meter verder te verlagen. Bijlage 3 geeft een overzicht.

Op dit moment wordt er in het kader van het onderhoud van de vaargeul jaarlijks ongeveer 8 miljoen m³ zand gebaggerd. Dit wordt elders in het estuarium gestort. Tijdens de verdieping wordt een aantal wrakken of obstakels geruimd. Tijdens en direct na de verdieping worden geulwandverdedigingen aangelegd op locaties waar tengevolge van de verdieping een versterkte erosie door lokaal toegenomen stroomsnelheden worden verwacht.

Tijdens de voorgenomen verdieping stijgt de hoeveelheid baggerzand tijdelijk tot circa 17 miljoen m³ per jaar. Na de verdieping zal in het kader van het onderhoud van de grotere diepte in de toekomst jaarlijks zo'n 14 miljoen m³ moeten worden gebaggerd en gestort. Tabel 4-1 geeft een overzicht van de hoeveelheden en de verdeling hiervan over het gebied.

Tabel 4-1 Verdeling van het te baggeren en te storten zand nu, tijdens (3 jaar) en na de verdieping van de Westerschelde in miljoenen m³ per jaar.

Huidige situatie	West	Midden	Oost	Totaal
baggeren	0,8	0,5	6,7	8,0
storten	0,8	3,1	4,1	8,0
Tijdens verdiepen				
baggeren	4,5	1,5	11,0	17,0
storten	11,0	5,0	1,0	17,0
Na verdiepen				
baggeren	2,0	1,5	10,5	14,0
storten	10,0	3,0	1,0	14,0

4.3 Bagger-, stort- en zandwinstrategie

Verschillende problemen worden veroorzaakt door het storten van sediment op stortlokaties en het relatieve sedimentoverschot dat hierdoor op de stortlokaties ontstaat. Vanaf deze lokaties treedt gedeeltelijk retourtransport op van sediment naar de drempels. De rest van het gebaggerde zand verdwijnt naar andere plaatsen in het watersysteem, zoals naar de zandplaten.

Deze effecten zijn niet te voorkomen, maar kunnen worden beperkt door de baggerinspanning te minimaliseren en de stortlokaties zo te kiezen dat het huidig morfologisch evenwicht zo weinig mogelijk aangetast wordt. Dit kan door een uitgebalanceerde bagger-, stort en zandwinstrategie. Zo is het zwaartepunt van de zandwinning inmiddels van het westelijk deel naar het oostelijk deel van de Westerschelde verplaatst. Tevens zijn de stortlokaties zoveel mogelijk naar het westelijke deel verplaatst, om het morfologisch "krappe" oostelijke deel te ontzien. Beide maatregelen hebben tot gevolg dat het oostelijk deel na verloop van tijd weer wat tot rust komt, waardoor de baggerhoeveelheden zullen dalen. Hierdoor neemt de druk van zandstortingen op het estuarium na ca 5 tot 10 jaar weer wat af. Aangezien de

geulen in het westelijk deel zeer groot zijn, zullen de zandstortingen daar een relatief kleine invloed hebben.

Verwacht wordt dat door snelle verruiming van het oostelijk deel de trend van plaatgroei wordt omgebogen naar een netto afname in omvang en plaathoogte. Niet voorkomen kan worden dat er schor, slik en ondiep water verloren zal gaan. De resultaten van de gewijzigde bagger-, stort- en zandwinstrategie die tegelijkertijd met de verdiepingswerkzaamheden start worden via onderzoek getoetst aan de voorspellingen.

4.4 Geulwandverdedigingen

In het Verdrag inzake de verruiming van de vaarweg in de Westerschelde wordt de noodzaak aangegeven voor het plaatselijk verdedigen van geulwanden.

Als gevolg van de verruiming van de vaargeul zullen de stroomsnelheden in de vaargeul ten oosten van Terneuzen tijdens de eerste jaren na de verdieping geleidelijk met maximaal 40 centimeter per seconde toenemen. Gemiddeld bedraagt de toename in stroomsnelheid niet meer dan 5%. Als gevolg van deze toename zal de erosie in de buitenbochten van de vaargeul toenemen ter plaatse van de gedeelten die nog niet middels geulwandverdedigingen vastgelegd zijn.

Dit is een proces dat zich reeds manifesteerde tengevolge van eerder uitgevoerde verdiepingen. De functie van de geulwandverdediging is het voorkomen van het verder inscharen van de vaargeul in de (voor)oever en het handhaven van een vloeiende belijning ten behoeve van de scheepvaart. De constructie van de geulwandverdedigingen bestaat uit steenachtig materiaal, wat wordt afgedekt met staalslakken. Boven het niveau van NAP -5 m wordt een rand aangebracht met stenen van 40 tot 200 kilogram per stuk. Deze zware stortsteen is bedoeld om de haalgolven van de passerende schepen te weerstaan.

In het kader van de vorige verdieping zijn in de periode 1988 - 1994 ter hoogte van de oevergedeelten Nauw van Bath, Walsoorden (Zuidergat), Gat van Ossenis, Kruiningen - Hansweert, Verdrongen Land van Saeftinge (zinkers, oostrand Saeftinge) en Baalhoek geulwandverdedigingen aangelegd over een totale lengte van ca. 5,5 km (bijlage 4, zwarte vakken).

In verband met de uit te voeren verruiming worden geulwandverdedigingen aangelegd op de oevers van het Nauw van Bath (aansluitend op het reeds verdedigde gedeelte), het Zuidergat (tussen de reeds verdedigde stukken ter hoogte van Walsoorden en Baalhoek), het Gat van Ossenis (ten noorden en ten zuiden van het reeds bestorte deel), langs de oostrand van het Verdrongen Land van Saeftinge (aan weerszijden van de zinkers), en de Overloop van Valkenisse langs het Konijnenschor (aansluitend op de verdediging ter hoogte van Baalhoek), met een totale lengte van ca. 20 km (bijlage 4, open vakken).

De planning is om direct na inwerkingtreding van het verdrag met de aanleg te beginnen. De aanleg zal plaatsvinden in de volgorde zoals hierboven aangegeven en zal uiterlijk in 2001 gereed zijn. De geulwandverdediging zal zoveel mogelijk gelijktijdig en gelijkopgaand met de verdieping van de aanliggende vakken van de vaargeul plaatsvinden. Met de uitvoering wordt gestart na de inwerkingtreding van het verdrag.

Het is de bedoeling dat de top van de geulwandverdedigingen ongeveer op de laagwaterlijn wordt aangelegd. Hierdoor blijft de constructie ook tijdens eb onzichtbaar.

4.5 Monitoring: doel en uitvoering

Door de verdiepingswerken worden zowel het fysische, het chemische als het biologische systeem van de Westerschelde beïnvloed.

Om de omvang van deze gevolgen van de verdieping te leren kennen en vast te leggen en indien nodig het beleid te kunnen aanpassen is het project Milieumeetnet over de Verdieping Westerschelde (MOVE) opgestart (van Kleef et al., 1995).

De doelstelling van het project is driedelig, te weten:

- Het signaleren van ontwikkelingen in het fysisch, biologisch en chemisch systeem om bagger-, stort- en zandwinstrategie te kunnen bijsturen. Dit is er met name op gericht om reeds tijdens de verdieping tijdig te kunnen bijsturen in geval er ongewenste invloeden van ingrepen optreden.
- Het verzamelen van gegevens voor en het evalueren van het nieuwe bagger-, stort en zandwinbeleid. Hierbij wordt de ontwikkeling van het estuarium op wat langere termijn beschouwd.
- Het verzamelen van gegevens voor beschrijving van de gevolgen van de ingrepen op het systeem, om daarmee de kennis van het systeem te verbeteren en de methoden van voorspelling van effecten te kunnen verbeteren.

Als eerste wordt daarbij de huidige toestand vastgelegd. Het signaleren van korte termijn veranderingen ten gevolge van de verdiepingswerken wordt hiertegen afgezet. De beheerder wil optimaal gebruik gaan maken van de mogelijkheid om bij te sturen in geval van negatieve ontwikkelingen. Getracht zal worden met de verzamelde gegevens het inzicht in het functioneren van het systeem te vergroten om zo lange termijn gevolgen van (geplande) menselijke ingrepen op het systeem beter te kunnen voorzien.

Omdat met de bestaande monitoringprogramma's deze doelen niet haalbaar bleken, is binnen het project MOVE de monitoring geïntensiveerd in tijd en ruimte. De voortgang van de werkzaamheden wordt bijgehouden; waar wordt hoeveel gebaggerd en gestort en welke veranderingen in bodemligging treden op. Daarnaast wordt bijgehouden hoe het systeem reageert op de ingreep. Hiertoe wordt onderscheid gemaakt in

fysische, chemische en biologische kenmerken. Belangrijke fysische parameters die zullen worden gevolgd, zijn veranderingen in het getij, zoals waterstanden, stroomsnelheden en debieten door de geulen en veranderingen in bodemligging en sedimentsamenstelling van geulen, platen, slikken en schorren.

Biologische ontwikkelingen zullen worden gevolgd, zoals eventuele veranderingen in het voorkomen van fytoplankton, bodemdieren, vis-

sen en vogels. Door middel van luchtfoto's en veldmetingen zullen mogelijke veranderingen in het intergetijdegebied en op de schorren worden vastgesteld.

Met behulp van chemische parameters kan worden vastgesteld of verontreinigingen optreden in water, bodem en zwevend stof. Door het meten van het zout- en zwevend stofgehalten worden eventuele veranderingen in zout en slibgradiënt vastgelegd.

5 Prognose van effecten

5.1 Ontwikkelingen tot nu toe

Estuaria verlanden uiteindelijk. De snelheid waarmee dat gebeurt is afhankelijk van het type estuarium, de plaatselijke omstandigheden en de mate waarin de mens erop ingrijpt. Naarmate het estuarium ouder wordt neemt de inhoud af. Dit komt doordat netto sediment vanaf de rivier en vanuit zee naar het estuarium wordt getransporteerd. De intergetijdegebieden, bij vloed onder water komend en bij eb droogvallend, spelen een belangrijke rol in het verlandingsproces.

Tussen 1930 en 1960 is de hoeveelheid water die wordt geborgen in het intergetijdegebied van de Westerschelde afgenomen met tussen de 50 en 60 miljoen m³ (zo'n 5% van de totale komberging), waarbij de stijging van de waterstanden door zeespiegelstijging, de verandering van het getijverschil tussen hoog- en laagwater, aanzanding en inpolderingen in rekening zijn gebracht. Tussen 1960 en 1990 was de afname aan komberging (de inhoud van de waterschijf tussen hoog- en laagwater) minder groot, ca. 15 miljoen m³, ruim 1% van de totale komberging van de Westerschelde.

Het verschil zit deels in het feit dat de grote inpolderingen tussen 1930 en 1960 zorgen voor een sterke afname van de komberging. Voor een ander deel zorgde de toename in het getijverschil tussen 1960 tot 1990 ervoor dat afname in komberging die optreedt als gevolg van aanzanding grotendeels is gecompenseerd.

In het verleden zijn met name langs het Nederlandse gedeelte van de Schelde grote oppervlakten oorspronkelijk buitendijks gebied ingedijkt en in gebruik genomen als landbouwgrond. Van het Westerschelde estuarium is sinds 1800 circa 15.000 hectare schorren en slikken ingepolderd, waarvan ca 5000 ha in deze eeuw. In 1960 was nog iets meer dan 3500 hectare schorgebied aanwezig (tabel 5-1). Thans is daarvan nog ruim 2500 hectare over, ongeveer 8 % van het totale buitendijkse gebied. Het land van Saeftinge neemt hier 2200 hectare van in. Tussen 1960 en 1990 is ruim 1300 ha schor en slik verdwenen tengevolge van inpolderingen en dijkverzwaringen en ca 600 ha door erosie. Sinds 1960 is het oppervlak aan schor, slik en ondiep water tezamen met zo'n 3200 ha afgenomen. Het areaal aan geulen en plaatgebieden is daarentegen sterk toegenomen, waardoor de natuurlijke verhouding

tussen de verschillende typen habitats is verstoord. De meer gestroomlijnde bedijking zorgt er tevens voor dat er steeds minder luwteplaatsen zijn waar schorren en slikken op natuurlijke wijze kunnen ontstaan.

In het begin van de jaren '70 heeft Vlaanderen een verdieping van de scheepvaartgeul naar Antwerpen uitgevoerd. De jaarlijkse baggerhoeveelheden zijn daarbij gestegen van 4 miljoen m³ naar 12 miljoen m³, waarna een geleidelijke daling tot een stabiel nivo van ongeveer 8 miljoen m³ is opgetreden. Het grootste deel van de baggerwerken is uitgevoerd in het oostelijke deel van de Westerschelde, terwijl de stortingen ook in het middendeel hebben plaatsgevonden.

De baggerwerken hebben tot een forse toename van de omvang van de hoofdgeul geleid (toename van geuloppervlak met 200 tot 300 hectare, terwijl ook de gemiddelde diepte is toegenomen), en hebben verondieping van de nevengeulen veroorzaakt. Uit metingen is gebleken, dat de hoofdgeul aanmerkelijk meer water is gaan voeren in vergelijking tot de nevengeulen (toename van ongeveer 10%). Tevens is gebleken dat het getij sterker doordringt in het estuarium.

Tijdens en na de periode van verdieping is een markante stijging van het oppervlak en van de hoogteligging van de zandplaten tussen de hoofdgeul en de nevengeulen opgetreden. In de oostelijke helft zijn de platen in de laatste decennia met zo'n 30% (ruim 500 hectare) in oppervlak gegroeid, waarbij de gemiddelde hoogte met bijna een halve meter is gestegen. Sinds 1930 is in de oostelijke helft zelfs sprake van een groei van het plaatoppervlak met 60%. Uit metingen blijkt, dat deze groei van de platen ten koste is gegaan van ondiep water gebied.

Ingrepen uit het verleden, inpolderingen en voorgaande verdieping, hebben ertoe geleid dat de ruimte voor laag-dynamische habitats, schorren en slikken, in het hele estuarium steeds kleiner is geworden. Geulen hebben de neiging om zich te verplaatsen in de richting van de buitenbocht, waarbij ze na verloop van tijd vrijwel overal de waterkering bereiken. Als dat gebeurt dan is er vrijwel geen mogelijkheid voor de geul om zich te verleggen. In de Westerschelde met zijn huidige bedijking ligt op dit moment voor vrijwel elke oever een diepe geul. Het gevolg is dat schorren

Tabel 5-1 Oppervlaktes aan schorren, slikken, ondiep watergebieden, platen en geulen in de Westerschelde (ha) in 1960 en 1990.

	1960	1990	verandering in oppervlakte
Schorren	3520	2540	-980
Slikken	4260	3330	-930
Ondiep water	4450	3170	-1280
Schorren, slikken en ondiep water	12230	9040	-3190
Platen	4480	4930	+480
Geulen	16160	16960	+800
Totaal Westerschelde	32870	30930	

en slikken, die zich juist tussen de geulen en de dijken bevinden, meer en meer in de verdrukking zijn gekomen en geen ruimte meer hebben om te groeien.

Experimenten ter plaatse van het slik en schor bij Zuidgors hebben uitgewezen dat er in de Westerschelde tot nu toe nog geen geschikte constructies mogelijk zijn die aangroei van slik en schor op een min of meer natuurlijke wijze stimuleren zonder verlies van morfodynamiek. Dit betekent dat met de huidige inzichten alleen lokaal erosie kan worden tegengegaan door bestortingen of andere harde verdedigingsconstructies.

In tabel 5-1 is te zien, dat tijdens de laatste 30 jaar forse veranderingen zijn opgetreden in de verdeling van de verschillende habitats. Door inpolderingen, het aanleggen van havens, de verdieping in het begin van de jaren '70 en natuurlijke veranderingen zijn de schorren, slikken en het ondiep water gebied over de hele Westerschelde sterk in omvang afgenomen. Deze afname is gepaard gegaan met een forse uitbreiding van het oppervlak dat door geulen en zandplaten in beslag wordt genomen.

5.2 Morfologische ontwikkelingen

In paragraaf 5.2.1 wordt een prognose gegeven voor de ontwikkelingen tijdens en na de komende verdieping, in paragraaf 5.2.2 wordt een inschatting gemaakt van de daarbij behorende mate van nauwkeurigheid. In de prognose is het effect van herstelmaatregelen voor de natuur niet meegenomen, maar wel de effecten van de aan te leggen geulwandverdedigingen en de gewijzigde bagger-, stort- en zandwinstrategie. De prognose tijdens en na de verdieping, de laatste met een tijdsbestek van 25 jaar, is opgesteld op basis van de huidige wetenschappelijke inzichten. Deze zijn gebaseerd zijn op de waargenomen veranderingen in de periode 1960-1990, waarin ook verdiepingswerkzaamheden zijn uitgevoerd. De prognose wordt gegeven voor de hele Westerschelde en is in deze nota niet per locatie uitgewerkt.

Het doen van kwantitatieve prognoses is ingewikkeld, omdat de samenhang tussen de waterbeweging, de bodemveranderingen en de ecologie slechts ten dele bekend is. Daar komt bij dat bestudeerde trends en ontwikkelingen in het verleden veroorzaakt zijn door een combinatie van natuurlijke factoren en van beheer in het (verre)

verleden. Tijdens de studies die de laatste jaren zijn uitgevoerd is gebleken, dat natuurlijke veranderingen en ingrepen door de mens onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen directe effecten van storten en langlopende effecten die worden veroorzaakt door habitatverschuiving. Veranderingen in areaal en morfodynamiek dicteren de aanpassingen binnen het voedselweb en bepalen daarmee de effecten op het ecosysteem.

5.2.1 Prognose ontwikkelingen van de oppervlakt habitats in de komende 25 jaar

In tabel 5-2 is in de prognose gegeven voor de verwachte areaalverandering aan schorren, slikken, ondiep water gebieden, geulen en platen. Bij de prognose is uitgegaan van de op dit moment al aanwezige trend, de autonome ontwikkeling. Extra effecten teweeggebracht door de komende verdieping zijn op basis van de ter beschikking staande gegevensreeksen en van de kennis opge-

daan met eerdere verdiepingen ingeschat. De onnauwkeurigheid van de voorspelling van de totale veranderingen is ruwweg ongeveer 50%. Dit betekent dat afslag van schorren en slikken in werkelijkheid zo'n 20 tot 30 hectare meer of minder kan zijn dan nu wordt verwacht. De verwachtingen voor ondiep water, geulen en platen kunnen ruwweg 100 tot 200 hectare afwijken. De getallen, zoals ze in tabel 5.2 zijn opgenomen, zijn de meest waarschijnlijke veranderingen. Deze getallen worden dan ook in dit rapport gebruikt.

Er wordt verwacht, dat tengevolge van de komende verdieping in de komende 25 jaar bijna 300 ha aan ondiep water gebied verloren zal gaan. Als gevolg van de voortzetting van de huidige trend (autonome ontwikkeling) komt daar naar verwachting in de komende 25 jaar nog een verlies van ruim 100 ha aan schorren en slikken, en van bijna 100 ha ondiep water gebied bij. Tezamen betekent dit voor die periode een verwacht verlies van het areaal schorren, slikken en ondiep water van bijna 500 ha.

Tabel 5-2 Areaal aan schorren, slikken, ondiep watergebieden, platen en geulen in de Westerschelde (ha) in 1960, 1990 en de verwachte verandering over 25 jaar.

	waargenomen verandering		prognose areaal over 25 jaar	prognose verandering over 25 jaar		
	1960	1990		autonoom	verdiepen	totaal
Schorren	3520	2540	2480	-60	0	-60
Slikken	4260	3330	3290	-60	+20	-40
Ondiep water	4450	3170	2800	-90	-280	-370
Schorren, slikken en ondiep water	12230	9040	8570	-210	-260	-470
Platen	4480	4930	5150	-30	+250	+220
Geulen	16160	16960	17210	+240	+10	+250
Totaal Westerschelde	32870	30930	30930			

5.2.2 Morfologische effecten tijdens de verdieping

De verdieping heeft tot gevolg, dat de hoofdgeul steeds minder bewegingsvrijheid heeft. Dit heeft twee hoofdoorzaken. In de eerste plaats worden de buitenbochten in het oostelijk deel vastgelegd door middel van geulwandverdedigingen. Daarnaast wordt in de hoofdgeul steeds op dezelfde plaatsen gebaggerd, te weten de drempels. Het water wordt daardoor meer en meer door een in het estuarium vastzittende geul gedwongen. Het telkens op dezelfde plaats storten van het gebaggerde zand heeft een weerkerend transport van zand via dezelfde route tot gevolg. Ook dit leidt tot verlies aan morfologische dynamiek.

De hoeveelheid baggerwerk zal tijdens de verdieping tijdelijk toenemen tot zo'n 17 miljoen m³ per jaar. Het leeuwedeel van het baggerwerk zal plaatsvinden in het oostelijk deel, terwijl het grootste deel van de stortingen in het westelijk deel en in het middendeel zullen plaatsvinden.

Zowel de baggerwerkzaamheden als de stortingen zullen slechts tijdelijk en lokaal extra vertroebeling van het water veroorzaken. Van nature worden in de Westerschelde enorme hoeveelheden zand en slib verplaatst. De baggerinspanning door de mens draagt hier slechts 1 tot 2% extra aan bij. Daarbij komt nog, dat de baggerspecie vrijwel volledig uit zand bestaat, zodat van een toename van de algemene vertroebeling, een slib-gebonden effect, geen sprake is.

De stortingen van baggerspecie in de nevengeulen in het westelijk deel hebben tot gevolg dat daar een zekere verondieping van de geulen gaat optreden. Dit ondieper worden gaat gepaard met het hoger worden van platen die tussen de nevengeulen en de hoofdgeul inliggen (de Spijkerplaat, de Suikerplaat en de Middelpaat).

Door het verdiepen van de drempels nemen de stroomsnelheden in de hoofdgeul geleidelijk toe. Tijdens de verdieping komt hierdoor langzaam maar zeker een proces op gang van verbreding en verdieping van de geuldelen tussen de drempels.

5.2.3 Morfologische effecten na de verdieping

De hoofdgeul, met name in het oostelijk deel van de Westerschelde, wordt geleidelijk groter. Tijdelijk nemen hierdoor de stroomsnelheden nog toe, maar na een tiental jaren vindt door verdergaande verruiming van het oostelijk deel afname van de stroomsnelheden plaats. De debieten van de hoofdgeul, een maat voor de totale hoeveelheid water die door de geul gaat, zijn dan met zo'n 5% toegenomen.

Door de grotere geul dringt het getij sterker door in het estuarium, waardoor de waterstanden in de omgeving van Bath veranderen. In Bath is na 25 jaar ten gevolge van de verdieping sprake van een toename van de hoogwaterstanden met ongeveer 5 centimeter, terwijl de laagwaterstanden dalen met ongeveer 10 centimeter. Een ander gevolg van de betere getijdoordringing is, dat het zoute zeewater verder stroomopwaarts doordringt, waardoor de brakke zone en het daaraan gekoppelde troebelheidsmaximum in dezelfde richting opschuift.

Geleidelijk zal de baggerintensiteit in de Westerschelde afnemen omdat de hoofdgeulen ruimer worden, en omdat een groot deel van het zand in het oostelijk deel is verplaatst via de gewijzigde bagger- en stortstrategie naar het westelijk deel.

In het oostelijke, brakke, deel heeft vergroting van de hoofdgeul tot gevolg, dat platen zullen eroderen, waardoor de plaatranden steiler worden en ondiep water gebied verloren gaat. Naar verwachting treedt deze afname op met een snelheid van 4 tot 5 ha per jaar. Door de geulwandverdedigingen die tijdens en direct na de verdieping zijn aangelegd, vindt geen slikerosie meer plaats in het oostelijk deel. De schorren in het oostelijk deel zullen, omdat ze niet rechtstreeks verdedigd worden, geruime tijd blijven eroderen. Deze erosie voltrekt zich met een snelheid van 1 tot 1,5 ha per jaar. Waar schorren in het oostelijk deel verdwijnen, ontstaan slikken.

In het westelijk deel van de Westerschelde, het zoute deel, zorgen de stortingen van baggerzand voor de groei van grotere en hogere plaatcomplexen tussen de nevengeulen en de hoofdgeul. Deze groei gaat volledig ten koste van het areaal

aan ondiep water gebied omdat, zoals in het oostelijk deel tijdens en na de vorige verdieping al eerder is opgetreden, verstelling van de plaatranden optreedt. Een deel van het gebaggerde zand zal na verloop van tijd vanuit het westelijk deel via de eb- en vloedbewegingen verplaatst worden in oostelijke richting.

De slikken en schorren in het westelijk deel blijven eroderen. Slikerosie zal plaatsvinden met een snelheid van ongeveer 2 ha per jaar, schorerosie met ongeveer 1 ha per jaar. De schor- en slikerosie wordt naar verwachting niet versneld door de verdieping. Omdat in het westelijk deel absoluut gezien weinig schorren aanwezig zijn, zal de afname, hoewel ze slechts 25 hectare in de komende 25 jaar bedraagt, daar relatief gezien een grote invloed hebben op het schorareaal.

In het middendeel van de Westerschelde zal een zekere groei van plaatgebieden plaatsvinden ten gevolge van de verhoogde stortactiviteiten en ten gevolge van het sedimenteren van zand wat op langere termijn uit het westelijk deel in oostelijke richting verplaatst wordt. De breedte van de geulen in het middendeel zal niet of nauwelijks veranderen. Schorerosie in het middendeel zal gewoon doorgaan, hoewel op dit moment al niet veel schor meer aanwezig is. Het slikareaal zal netto gelijkblijven. Verlies aan slik door erosie ten gevolge van de aanwas van de geulen wordt namelijk gecompenseerd door de afslag van schorren, waardoor nieuw slik ontstaat.

De toename van de debieten in de hoofdgeul gaat gepaard met afname van de debieten van de nevengeulen. Deze afname heeft tot gevolg dat op termijn meer en meer sprake is van één grote hoofdgeul met slechts kleine, daaraan parallel lopende nevengeulen. Het voor een estuarium zo karakteristieke patroon van hoofd- en nevengeulen (eb- en vloedgeulen) raakt meer en meer verloren. Tussen de hoofdgeul en de nevengeulen zullen in het algemeen de platen zich als grotere en hogere complexen aansluiten, hetgeen een uiting is van versnelde verlanding van het estuarium. Door deze grotere plaatcomplexen neemt de komberging van het estuarium verder af, wat ten koste gaat van de dynamiek van het estuarium en van de natuurlijke capaciteit van de getijstrooming om de geulen op diepte te houden.

5.3 Ecologische ontwikkelingen

5.3.1 Ecologische effecten tijdens de verdieping

Ecologische effecten van het verdiepen volgen de morfologische effecten. Areaalverlies vertaalt zich direct in verlies aan leefomgeving. Omgevingsfactoren zoals veranderingen in getijslag, morfodynamiek, overspoelingsduur, hoogteligging van plaat, slik of schor, stroomsnelheid, zoutgehalte en bodemgesteldheid kunnen nadelige gevolgen versterken. De meest directe effecten zijn zichtbaar wanneer er areaal verloren gaat. Hieronder worden voor bodemdieren, vissen, vogels en schorren de habitat-gebonden en niet habitat-gebonden effecten gepresenteerd.

Bodemdieren

Plaatselijke omstandigheden zoals de ligging in het estuarium, beschut of juist geëxponeerde ligging ten opzichte van stroomgeulen, (maximale) stroomsnelheid bij eb en vloed, bodemsamenstelling, diepte en helling van de bodem creëren een bepaald type habitat of leefomgeving. Wanneer de habitat wijzigt door veranderingen in fysische condities reageert de levensgemeenschap daarop. Sommige soorten verdwijnen, andere soorten kunnen zich vestigen. In de Westerschelde treden dergelijke processen van nature op. Het levert een van jaar tot jaar wisselend, mozaïekachtig patroon van habitats en bodemdiergemeenschappen op. De van nature hoge mate van dynamiek maakt het moeilijker om in te schatten in hoeverre door de mens veroorzaakte verstoring verantwoordelijk is voor (versnelde) veranderingen in habitats en levensgemeenschappen. De verwachte veranderingen in stroomsnelheden en/of sedimenttype worden gebruikt om mogelijke veranderingen op de bodemdieren te voorspellen.

Of er op de bodemdieren in de omliggende ondiepe gedeelten van de stortplaatsen effecten optreden hangt af van een aantal factoren. De belangrijkste zijn:

- de hoeveelheid per storting,
- de diepte waarop wordt gestort,
- het tijdstip in de getijcyclus waarop wordt gestort (eb/vloed),
- de mate van vertroebeling,
- het verschil in sedimentsamenstelling tussen het gestorte materiaal en de ondergrond,

- de stortfrequentie (jaarrond, seizoensgebonden, incidenteel of eenmalig),
- de bestaande fysische dynamiek op en rond stortlocatie,
- eventueel sedimenttransport vanaf de stortlocatie naar omliggende ondiepere delen en het intergetijdegebied.

De diepte waarop wordt gestort, de effecten van het baggeren en storten op de stroomsnelheden en de effecten op de troebelheid van het water zijn medebepalend voor de directe hinder die bodemdieren in beginsel kunnen ondervinden van de verruimingsactiviteiten.

Door het storten van zo'n 5.000 tot 10.000 m³ gebaggerd materiaal per getij wordt in korte tijd de onderliggende bodem bedekt met een laag baggermateriaal. De dikte hiervan varieert, maar zal niet meer bedragen dan circa 1 meter omdat nooit op exact dezelfde positie binnen een stortvak gestort wordt. De minimale en maximale dieptes zijn in tabel 5-3 gegeven. Het aanwezige bodemleven ter plaatse overleeft dit niet.

De diepgang van de baggerschepen zorgt ervoor dat in de praktijk op 8 m of dieper wordt gestort. Op deze dieptes is relatief weinig bodemleven aanwezig zijn. De sterfte die optreedt is in verhouding met de totale biomassa aan bodemdieren gering.

In principe wordt op iedere stortplaats jaarrond gestort. Het transport van sediment naar ondiepere delen rondom de stortplaatsen is door het jaarrond storten een continu proces. Gezien het feit dat op de meeste stortlocaties al jarenlang gestort wordt mag verwacht worden dat de bodemdiergemeenschap zich daaraan heeft aangepast. De extra te storten hoeveelheden zullen daarom geen tot weinig extra sterfte van bodemdieren veroorzaken. Herstel van de bodemdiergemeenschap vindt plaats via de van nature optredende processen van migratie (actief en passief transport) en rekolonisatie.

Er bestaat nauwelijks verschil in sedimentsamenstelling tussen het gestorte bodemmateriaal en dat van de onderliggende bodem. Dit veroor-

zaakt dus geen verschuivingen in de soortensamenstelling van de bodemfauna op de korte en lange termijn.

Een verandering in de stroomsnelheden (als indirect effect van de extra bagger- en stortactiviteiten) zou in beginsel ook een ongunstig effect op het bodemleven kunnen hebben. De stroomsnelheden zullen ten westen van Terneuzen echter niet of nauwelijks veranderen ten opzichte van de huidige situatie. De bodemdierengemeenschap is reeds aangepast aan de bestaande hoge snelheden in dit deel van de Westerschelde, en zal dan ook geen nadelig effect ondervinden. Sterk negatieve effecten op het bodemleven in het oostelijk deel van de Westerschelde worden niet verwacht, omdat de toename in stroomsnelheden gering is. De reden hiervoor is dat de bodemdieren zich concentreren op de luwere plekken waar toename van stroomsnelheid gering is.

De extra vertroebeling als gevolg van de verruimingsactiviteiten valt in het niet bij de van nature optredende vertroebeling als gevolg van de grote hoeveelheden sediment die per getijcyclus het mondingsgebied van de Westerschelde in en uit gaan (Vereeke et al., 1995).

Bodemdieren, afhankelijk van het filtreren van voedseldeeltjes uit de waterkolom, zoals onder andere kokkels, zijn in het westelijk en midden-deel aanwezig in soms hoge aantallen (Ysebaert & Meire, 1991, 1993, Kesteloo & van Stralen, 1995). Zij zullen derhalve in beginsel hinder ondervinden van een toename van het zwevend stof gehalte door grotere hoeveelheden gestort materiaal. Door de zeer geringe en zeer tijdelijke extra toename van vertroebeling hoeft geen nadelig effect op deze schelpdieren verwacht te worden.

Om dezelfde reden worden ook geen nadelige effecten op de in het water zwevende algen (de primaire producenten) verwacht van de verdiepingsactiviteiten.

Verder levert een verhoging van de waterbodem met ca. 15 cm zand per maand geen problemen op voor de overleving van kokkels (Bijkerk, 1988). De aanzanding op ondiepere delen, gele-

Noot 2 De verontreinigingsgraad van het gestorte materiaal is een belangrijke factor maar speelt in de Westerschelde geen rol van betekenis.

Tabel 5-3 Minimale en maximale diepte (m t.o.v. NAP) van stortlocaties in de Westerschelde. Stortingen vinden plaats op meer dan 8 m diepte (bron: RWS, Dir. Zeeland).

Stortlocatie	minimum	maximum	gemiddeld
Schaar van de Spijkerplaat - vloedstortplaats - ebstortplaats	-9 -13	-18 -24	-13 -20
Kust Vlissingen	-5	-12	-8
Kust Zeeuws-Vlaanderen - vloedstortplaats - ebstortplaats	-7 -8	-12 -14	-10 -11
Schoone Waardin	-18	-54	-36
Boei W2	-7	-14	-12
Everingen - vloedstortplaats - ebstortplaats	-8 -6	-18 -20	-14 -22
Ellewoutsdijk	-4	-32	-22
Platen van Ossensse-oost ¹ - vloedstortplaats - ebstortplaats	-5 -1	-12 -9	-8 -6
Schaar van Waarde	-1	-18	-9
Biezelingse Ham	-3	-46	-23
Schaar van de Noord ¹	-1	-15	-6

1) Het betreft hier locaties waarvan op dit moment nog niet vaststaat of er daadwerkelijk gestort gaat worden.

gen in de buurt van stortplaatsen zal dermate gering zijn dat eventueel aanwezige kokkelpopulaties daarvan geen of nauwelijks hinder zullen ondervinden.

Vis

Door het verdwijnen van ondiep water gebieden en van schorkreken nemen de opgroeimogelijkheden voor gamaal, zeebaars, grondels en platvis verder af.

Indien negatieve effecten optreden op de bodemdieren, die voedsel vormen voor vissen zoals

tong, schor, bot en schol, werkt dit negatief door. Tong en schol zoeken voedsel op de platen, terwijl bot zijn voedsel in de krekken en geulen van de schorren vindt.

Naar verwachting zullen de extra bagger- en stortactiviteiten niet leiden tot een aanzienlijke extra vertroebeling. De Westerschelde is van nature al behoorlijk troebel (waarbij de monding relatief helder is) maar ook het lage slibgehalte van het gebaggerde zand in de Westerschelde maakt het langdurig optreden van nadelige effec-

ten onwaarschijnlijk. De meeste vissoorten in estuaria leven van schelpdieren, kleine kreeftachtigen en borstelwormen. Kenmerkend voor deze vissoorten is een zeker opportunisme in voedselkeuze. De samenstelling van het dieet wordt vooral bepaald door het aanbod. Veranderingen binnen de bodemdiergemeenschap kunnen, binnen zekere marges, goed worden opgevangen door de bodemdier-etende vissen. Vissen hebben, in tegenstelling tot de minder mobiele bodemdieren, de mogelijkheid om van de stortplaatsen weg te zwemmen.

Verder is uit onderzoek gebleken dat bagger- en stortactiviteiten die slechts een lokale verhoging van het zwevend stofgehalte en de troebelheid tot gevolg hebben, op termijn niet gepaard gaan met nadelige effecten op de vissoorten die op zicht jagen (Baveco, 1988). Uit onderzoek bij de Belgische kust bleek dat vertroebeling van de waterkolom bij een stortlocatie wel tot directe afname van op de bodem levende vissoorten leidde (Maertens, 1984).

Vogels

Rechtstreekse verstoring van vogels door bagger- en stortactiviteit zelf zal gering zijn omdat de meest bedreigde vogels voornamelijk gebruik maken van schorren, slikken en platen en het baggeren en storten op het water plaatsvindt. Indirect effect op vogels treedt op door het verdwijnen van schor- en slikareaal. Het verlies aan habitat leidt tot een kleiner rust-, rui-, broed- en fourageergebied. Indien negatieve effecten optreden op de bodemdieren, die voedsel vormen voor vogels, werkt dit tevens negatief door.

Effecten op de fourageerfunctie voor zichtjagers, zoals sterns, zijn mogelijk te verwachten op locaties waar frequent wordt gestort en ten tijde van de storting extra vertroebeling optreedt.

Uit onderzoek uitgevoerd in de broedtijd van sterns (grote stern, dwergstern en visdief) die op de Hooge Platen broeden en op het open water foerageren blijkt dit niet (Arts & Meininger, 1995). Op grond van aard en situering van de belangrijkste foerageergebieden en het specifieke foerageergedrag van deze soorten, wordt nauwelijks een direct nadelig invloed verwacht gezien de geringe en zeer lokale extra vertroebeling door bagger- en stortwerkzaamheden. De grote stern gaat via de Walcherse kust tot ver de Voordelta

in om voedsel, vooral zandspiering en garnaal, voor zijn jongen te halen en zal weinig extra hinder ondervinden (Arts & Meininger, 1995).

Visdieven vliegen tot enkele kilometers rondom hun broedgebied. De verschillende broedkolonies in de Westerschelde hebben dan ook vrij duidelijk gescheiden foerageergebieden. De randen van diepe geulen zijn belangrijk voor foeragerende sterns omdat daar vis aan de oppervlakte komt bij hoge stroomsnelheden (Arts & Meininger, 1995). De dwergstern blijft het dichtst bij de broedplaats en zoekt zijn voedsel met name in ondiepe poeltjes bij afgaand tij, en in het Vaarwater langs Hoofdplaat ten zuiden van het Hooge Platen/Hooge Springer platencomplex.

Een voorkeur voor helder water kon bij visdieven en dwergsterns niet worden aangetoond. Van de dieper duikende grote stern zou dat meer in de rede liggen. Een oorzakelijk verband is niet aangetoond. Conclusie van Arts & Meininger (1995) is dat de grootte van de broedpopulaties van sterns waarschijnlijk niet primair wordt bepaald door het voedselaanbod, maar vooral door de aanwezigheid (of afwezigheid) van geschikte broedplaatsen.

Voor steltlopers die hun voedsel zoeken op platen of slikken wordt op korte termijn geen direct nadelig effect van de verruimingsactiviteiten voorzien. Hun leefomgeving, de slikken en schorren, zal op korte termijn minder snel dan tot nu toe in omvang afnemen.

Schorren

Schorren kalven aan de rand af, maar blijven in hoogte toenemen. Overspoeling bij hoogwater treedt minder vaak op, de dynamiek van het schor neemt af. De vegetatie wordt daarmee eenzijdiger en daarmee het daar thuishorende dierlijk leven.

Door het hoger worden van de platen kan hier en daar de eerste aanzet van schorvorming optreden. De ontwikkeling daarvan zal zeker niet het verlies van schorareaal aan de randen compenseren.

5.3.2 Ecologische effecten na de verdieping

Net als bij korte termijn effecten zijn ecologische effecten op wat langere termijn direct af te leiden van de verwachte morfologische effecten. Areaalverlies, dat zich vertaalt in verlies aan leefomge-

ving, zal op de langere termijn meer gaan domineren. Daarnaast speelt de kwaliteit van het overgebleven areaal, de mate van versnippering daarvan en het mogelijk volledig ontbreken van typen habitats een rol in de voorspelling van lange termijn effecten. Mogelijke relictvorming leidt tot zeldzaamheid van oorspronkelijk talrijke soorten. Dit gaat ten koste de bio-diversiteit. Omgevingsfactoren zoals veranderingen in getijslag, morfodynamiek, overspoelingsduur, hoogteligging van plaat, slik of schor, stroomsnelheid, zoutgehalte en bodemgesteldheid kunnen nadelige gevolgen versterken.

Platen en slikken maken beide deel uit van de intergetijdezone maar het in omvang en hoogte toenemen van platen vormt geen compensatie voor het verlies aan slikken. Samenstelling van bodem en ligging in het estuarium maken slikken tot ecologisch zeer waardevolle randgebieden. Deze functie kan door platen, met een hogere mate van morfodynamiek, niet worden vervangen. Platen vormen een even belangrijke maar andere schakel in het estuarium als de andere habitats. Het "goed" functioneren van een estuarium en dus ook van de Westerschelde is gebaat bij een zo groot mogelijke diversiteit aan en een goede verhouding tussen morfologische habitats en ecologische leefgebieden. Door het achteruitgaan van onder druk staande habitattypes als schorren en slikken wordt de natuurlijke buffer van het Westerschelde systeem verder aangetast. Oppervlakteverlies van deze habitats grijpt direct in op het vermogen voor het opvangen van onverwachte verstoringen van het ecosysteem van de Westerschelde. De ecologische buffercapaciteit van het estuarium neemt hiermee af.

Bodemdieren

Het type van ecologische effecten zal niet verschillen van die beschreven voor de korte termijn. Zoals in tabel 4-1 is aangegeven, zal de hoeveelheid baggerwerk na de verdieping afnemen ten opzichte van die tijdens de verdieping. Omdat tijdens de verdieping geen noemenswaardige extra vertroebeling van het water plaatsvindt zal dit na de verdieping ook niet gebeuren. Nadelige effecten op algen en daarvan levende bodemdieren worden daarom op de langere termijn niet verwacht.

Verlies aan morfodynamiek werkt door in het schaars worden van overgangen tussen hoog- en laagdynamische bodemtypen. De daarbijhorende gevarieerdheid in onder meer bodemdiergemeenschappen neemt af.

Hogere platen worden zandiger, met slibrijke plaatsen ertussen. Ze krijgen steilere randen. Het bodemleven wordt meer uniform en komt in lagere aantallen en biomassa's voor. Bij doorgaande ophoging van de platen ontstaan hoogdynamische habitats, betrekkelijk arm aan bodemdieren.

Slikken hebben de neiging tot verlagen. Dit geldt, in mindere mate, ook voor de slikken beschermd via een geulwandverdediging. Gezien de huidige ontwikkelingen wordt verwacht dat voornamelijk de hogere gedeeltes van het slik verder verlagen. Een dergelijke uitvlakking betekent minder morfologisch reliëf en daarmee minder verscheidenheid aan bodemleven.

Het verwachte verlies van areaal aan ondiep water en slik vertaalt zich door in een verlies aan de hoeveelheid bodemdieren. Het verlies aan gevarieerdheid in habitats leidt op termijn tot een afname in diversiteit binnen de bodemdiergemeenschappen. Het functioneren van het estuarium wordt hiermee aan de basis van het voedselweb aangetast.

Doorvertaling van dergelijke, oppervlakte-gebonden effecten naar vogels en vissen leidt tot een verarming van het Westerschelde ecosysteem.

Vogels

In laagdynamische slibrijke gebieden komen verschillende soorten grotere bodemdieren voor, waardoor deze gebieden een belangrijke fourageerfunctie hebben voor vogels en vissen. Gedeeltelijk verdwijnen van deze gebieden kan nadelige gevolgen hebben voor de aantallen doortrekkende en ruiende vogels, waarvan steltlopers en ganzen het merendeel uitmaken. Voor zichtjagers (sterns en visdief) zal naar verwachting na de verdieping niet het voedselaanbod, maar het aanwezig zijn van geschikte broedplaatsen bepalend blijven voor de grootte van de kolonies.

Vis

Verlies aan opgroei gebied, ondiep water, slikken en schorkreken zal de mogelijkheden voor gar-

naal en platvis verder laten afnemen. Nadelige effecten veroorzaakt door het doorgaan van storingen worden, mits dit niet in ondiep water gebieden plaatsvindt, niet verwacht. Gezien de minimale stortdiepte van ca 8 meter is het risico hierop klein.

Schorren

Het hoger worden van de platen kan tot vestiging van schorvegetatie leiden. Echter de ontwikkeling daarvan op de lange termijn is onzeker en zal zeker niet het verlies aan de randen compenseren.

Voortgaande versnippering van schorren en slikken leidt tot relictvorming. Er blijven dan te weinig kenmerkende habitats over. In dit geval is zeldzaamheid geen positief criterium maar vergroot het het risico op verdwijnen van estuariumgebonden soorten. Desondanks zullen de overblijvende planten en dieren zich aanpassen aan de dan heersende omstandigheden. Het estuarie-ecosysteem devalueert echter in natuurwaarde en productiviteit. De meeste estuaria in West-Europa kunnen hiervoor als voorbeeld dienen (Seine, Gironde, Thames, Humber, Elbe, Weser, etc.).

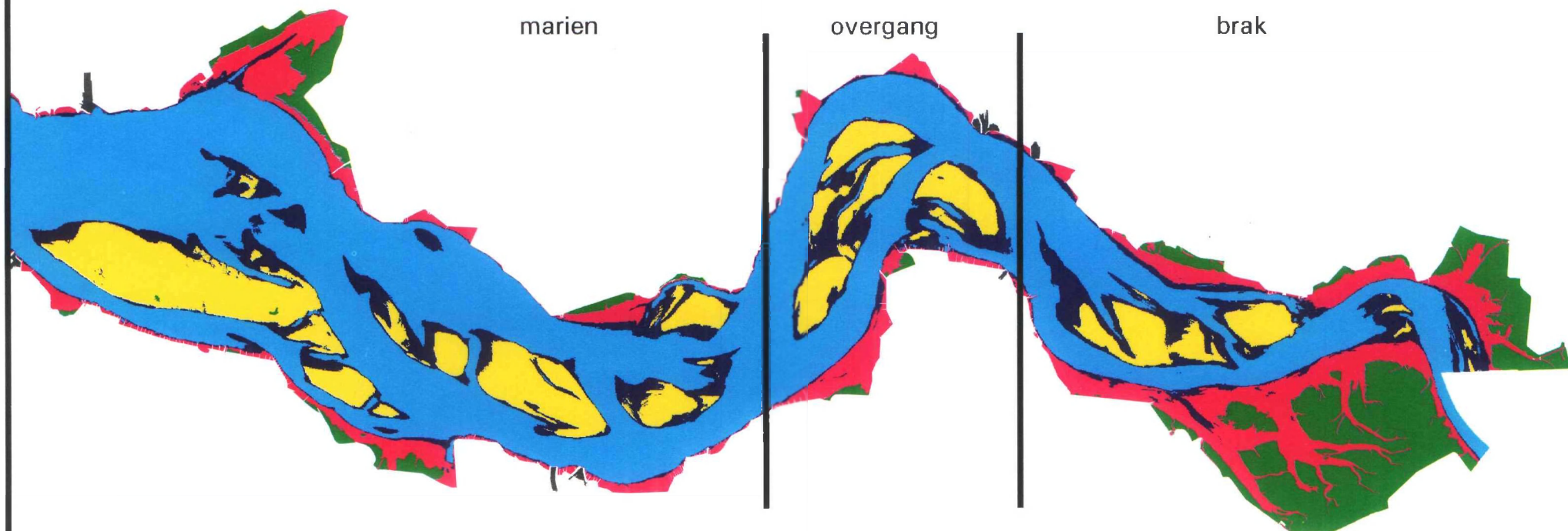
6 Referenties

- Arts, F.L., Meininger, P.L., 1995. Foeragerende sterns in het Westerschelde estuarium: een verkenning in verband met de verdieping. RIKZ/Bureau Waardenburg. RIKZ Werkdocument OS-95.835X, oktober 1995.
- Baveco, J.M., 1988. Vissen in troebel water. De effecten op visuele predatoren van verhoogde troebelheid en zwevend stof gehalten als gevolg van baggerwerkzaamheden. Samenvatting en conclusies van een literatuur onderzoek. RWS, Dienst getijdewateren, Haren/RDD Aquatic Ecosystems, Groningen.
- Berchum, A.M. van, Coosen, J., Meijer, A.J.M., 1995. Natuurvriendelijke waterkeringen langs de Westerschelde. Handreiking voor integraal beheer. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ-95.054.
- Bestuurlijk Klankbordforum Westerschelde, 1991. Beleidsplan Westerschelde.
- Bijkerk, R., 1988. Ontsnappen of begraven blijven. De effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. RWS, Dienst Getijdewateren/RDD Aquatic Ecosystems.
- Cadeé, N., 1994. Typologie van estuariene systemen: geografische referenties voor het Schelde estuarium. RIKZ rapport 94.048.
- Coosen, J., 1995. Natuurstreefbeeld Schelde estuarium. Werkdocument RIKZ/AB-95.813x. Concept mei 1995.
- Coosen, J., Stikvoort, E., 1994. Bodemdieren litoraal Platen van Valkenisse, Slikken van Waarde, Baalhoek en Saeftinge. Werkdocument RIKZ/AB-94.893x.
- Craeymeersch, J.A., Brummelhuis, E.B.M., Dimmers, W., Sijstermans, W., Wessel, E.G.J., 1993. Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer in 1992. I. Dichtheden. Werkdocument RIKZ/NIOO-CEMO.
- Craeymeersch, J.A., Brummelhuis, E.B.M., Dimmers, W., Sijstermans, W., Wessel, E.G.J., 1994a. Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer in 1992. Werkdocument RIKZ/NIOO-CEMO.
- Craeymeersch, J.A., Brummelhuis, E.B.M., Dimmers, W., Sijstermans, W., Wessel, E.G.J., 1994b. Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer in het voorjaar 1993. Werkdocument RIKZ/NIOO-CEMO.
- Craeymeersch, J.A., Brummelhuis, E.B.M., Dimmers, W., Sijstermans, W., Wessel, E.G.J., 1994c. Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer in het najaar 1993. Werkdocument RIKZ/NIOO-CEMO.
- Craeymeersch, J.A., Brummelhuis, E.B.M., Dimmers, W., Sijstermans, W., Wessel, E.G.J., 1995a. Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer in het voorjaar 1994. Werkdocument RIKZ/NIOO-CEMO.
- Craeymeersch, J.A., Brummelhuis, E.B.M., Dimmers, W., Markuse, R., Sijstermans, W., 1995b. Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer in het najaar 1994. Werkdocument RIKZ/NIOO-CEMO.
- EEG, 1979, Richtlijn van de Raad inzake het behoud van de vogelstand (79/409/EEG). Brussel.
- Hamerlynck, O., Craeymeersch, J.A., 1990. Het bodemleven in de Voordelta. In: Kuijpers et al., De veranderende Delta. Wetenschappelijke Mededeling KNNV, nr. 198.
- Herstel Natuur Westerschelde. Plan van Aanpak, april 1995. Heidemij Advies BV en RIKZ.

- Jong, S.A. de, van Heteren, P., Houtekamer, N., van Westenbrugge, C. 1995. Effecten van de verruiming van de vaarweg in de Westerschelde op de gebieden die onder de Natuurbeschermingswet vallen. Nota AX 95.043/RVO 95.02/NWL 95.17, Directie Zeeland, juli 1995.
- Jong, S.A. de, van Heteren, P., van Westenbrugge, C. 1996. Effecten van de verruiming van de vaarweg in de Westerschelde: gemeente Vlissingen. Effectbeschrijving voor het gebied vallend binnen het Voorbereidingsbesluit Westerscheldemond. Nota AX 95.047/RVO 95.03/NWL 95.18, Directie Zeeland, maart 1996.
- Kesteloo, J.J., van Stralen, N.M. 1995. Het kokkelbestand in de Oosterschelde, Westerschelde, de Waddenzee en de Voordelta in 1995. RIVO, Yerseke.
- Kleef, A. van, Houtekamer, N., Vereeke, S., 1995. Monitoring verdieping Westerschelde. Overzicht van metingen en rapporten. Nota NWL-95.01, directie Zeeland.
- Maertens, D., 1984. Analyse van de levensgemeenschappen op het Belgisch Continentaal Plat: studie van de epibenthale biocoenoses en van de demersale Pisces in en rondom baggerzones.
- Meininger, P.L., Schekkerman, H., Roomen, M.W.J. van, 1995a. Populatieschattingen en 1%-normen van in Nederland voorkomende watervogelsoorten: voorstellen voor standaardisatie. Limosa, 68:41-48.
- Meininger, P.L., Berrevoets, C.M., Strucker, R.C.W., 1995b. Watervogels in de zoute Delta, 1991-94. Rijksinstituut voor Kust en Zee rapport RIKZ-95.025, Den Haag/Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek-CEMO, Yerseke
- Meininger, P.L., Arts, F.A., 1995. Fouragerende sterns in het Westerschelde estuarium: Een verkenning in verband met de verdieping. RIKZ werkdocument 05-95.835X RIKZ Middelburg.
- Moorsel, G.W.N.M. van, 1996 (concept) De aangroei van geulwandverdedigingen in de Westerschelde. een oriënterende studie. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland/Bureau Waardenburg bv rapport nr. 96.09
- Pieters, T., 1993. Het Schelde-estuarium, beheren of beheersen. RIKZ rapport DGW-93.032.
- Rose, P.M., Scott, D.A., 1994. Waterfowl population estimates. IWRB Publication 29, Slimbridge.
- Technische Scheldec commissie, 1984. Nota verdieping Westerschelde. Programma 48'/43'. Middelburg, 15 juni 1984
- Verdrag tussen het koninkrijk der Nederlanden en het Vlaams Gewest inzake de verruiming van de vaarweg in de Westerschelde, dd. 17 januari 1995.
- Vereeke, S., van Kleef, A., Houtekamer, N.L., de Jong, S.A., 1995. Verwachte effecten verdieping Westerschelde Nota AX 94.091, 20 januari 1995. Directie Zeeland.
- Ysebaert, T., Meire, P., 1991. Het macrozoöbenthos van de Westerschelde en de Beneden Zeeschelde. Rapport WWE 12 RUGent, Gent/IN A92.085 Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt.
- Ysebaert, T., Meire, P., 1993. Het voorkomen van macrozoobenthos in de littorale zone van het Schelde- en Eems-estuarium in relatie tot zout-gradiënt en sedimentkenmerken. Rapport WWE 29 RUGent, Gent/IN 93.08 Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt.

Bijlage 1 Ligging van morfologische habitats in 1959/60 en in 1988/90 in de Westerschelde.

Habitats Nederlandse deel Westerschelde 1959/61

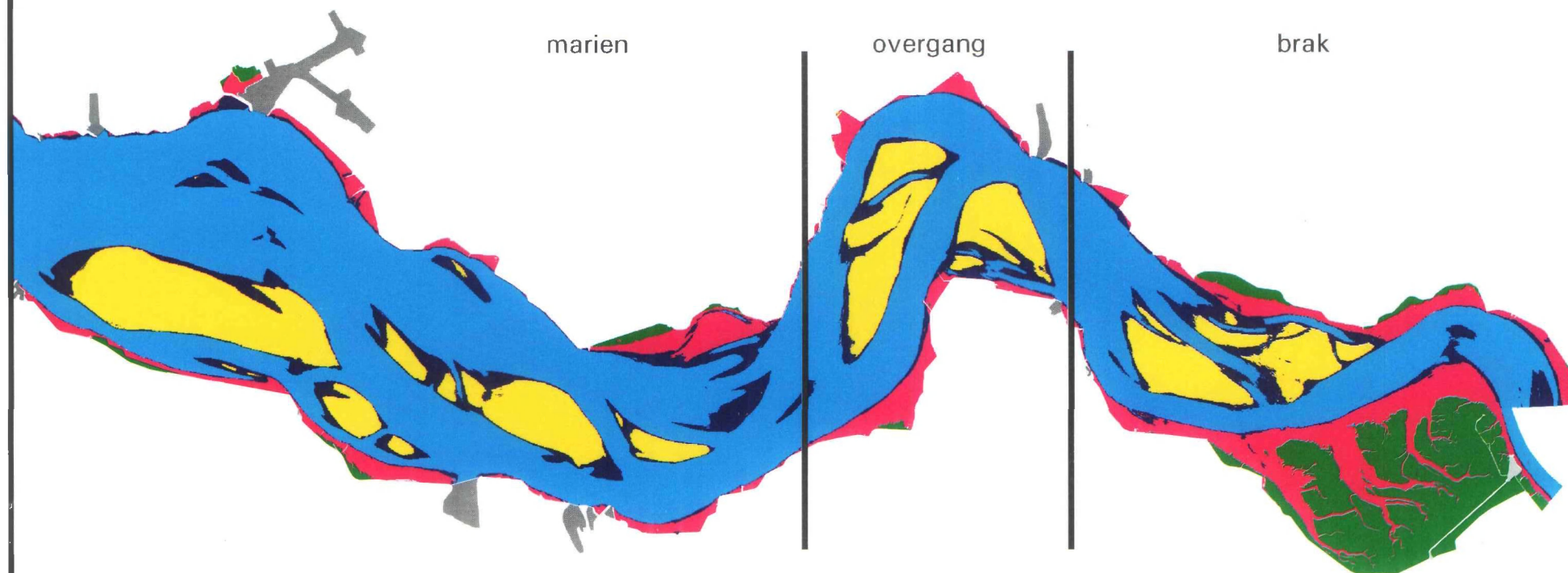


		Areaal habitats per deelgebied in km ²		
		marien	overgang	brak
Diep water (dieper -5 m.)		103.4	30.1	28.1
Ondiep water (-5 tot -2 m.)		20.8	10.1	13.7
Platen (hoger -2 m.)		28	9.9	6.9
Slikken (hoger -2 m. en grenzend aan dijk)		14	5.5	23
Schor (luchtfoto)		5.8	0.5	28.9
Havens e.d.		0.7	0.3	0.1
Overig		0	0	0



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Kust en Zee /RIKZ

Habitats Nederlandse deel Westerschelde 1988/90



Areaal habitats per deelgebied in km²

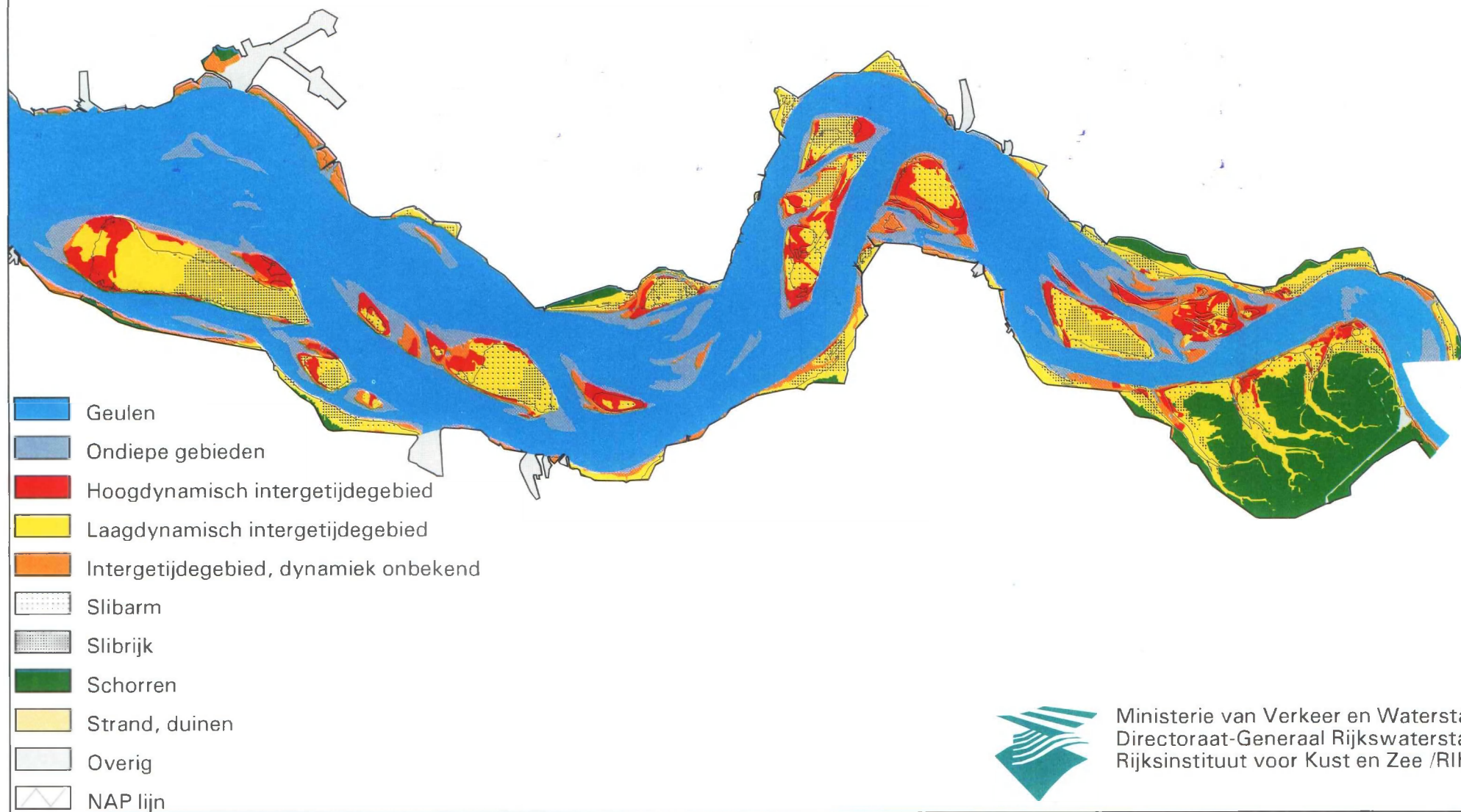
		marien	overgang	brak
Diep water (dieper -5 m.)		107.3	31.3	30.9
Ondiep water (-5 tot -2 m.)		16.6	6.3	8.8
Platen (hoger -2 m.)		25.2	12.7	9.6
Slikken (hoger -2 m. en grenzend aan dijk)		10.7	5.4	19.1
Schor (luchtfoto)		1.6	0.2	23.6
Havens e.d.		6.2	0.6	0.1
Overig		0.1	0	0.4



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Kust en Zee /RIKZ

Bijlage 2 Ligging van ecologische leefgebieden in de Westerschelde. Gebaseerd op metingen uit de periode 1988 t/m 1993.

Ecoserie Westerschelde 1988/93



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee /RIKZ

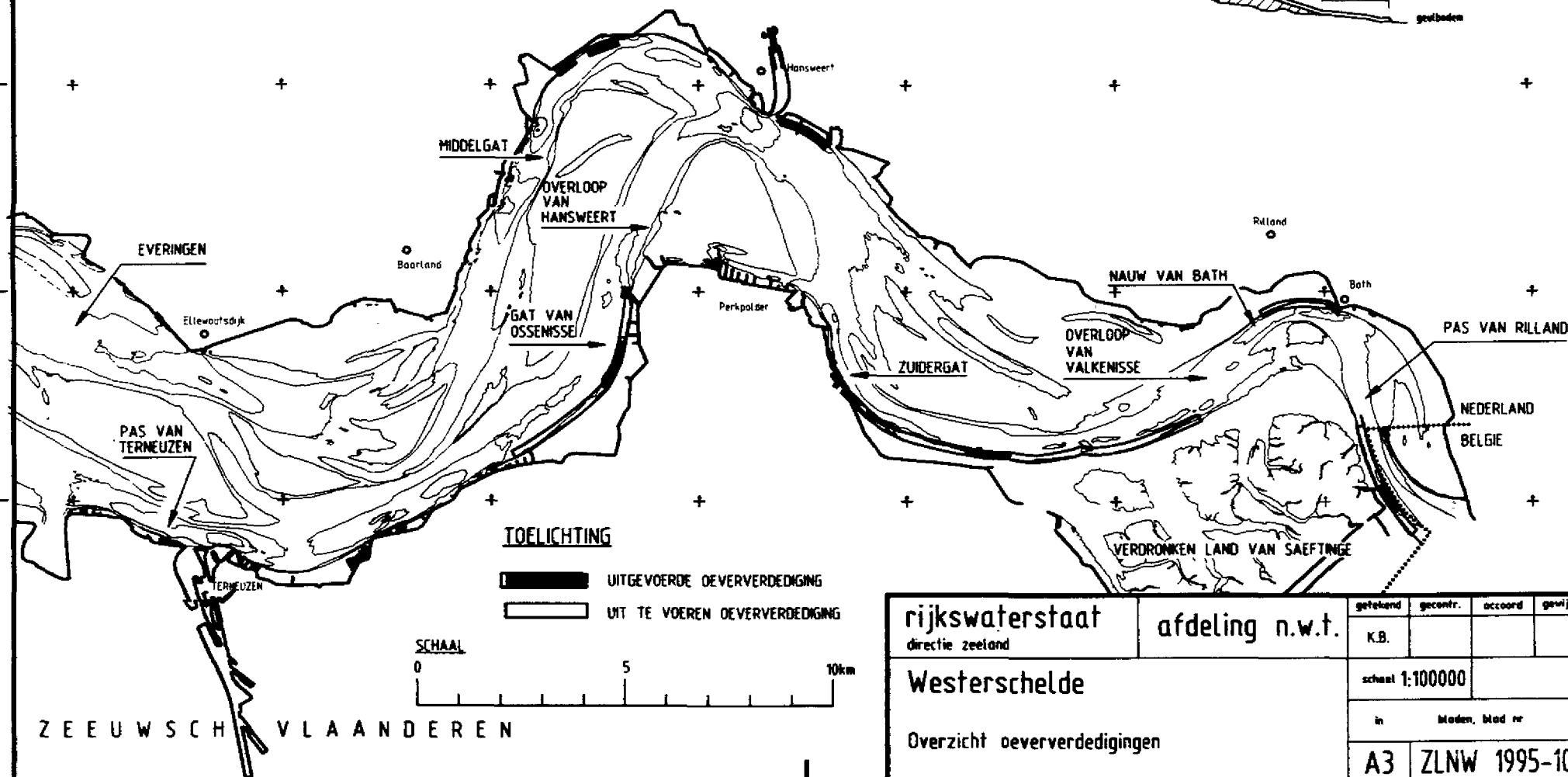
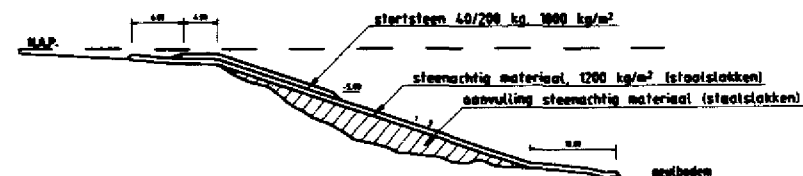
Bijlage 3 Verdieping Westerschelde. Ligging van bagger-, stortlocaties en oever- en geulwandverdedigingen.

Bijlage 4 Overzicht van geulwandverdedigingen in de Westerschelde. In de zwartgekleurde vakken zijn reeds geulwandverdedigingen aangelegd; de daartussen gelegen open vakken geven nog aan te leggen trajecten weer. (Bron: Directie Zeeland, afd. NWL, 1995)

SITUATIE VAN OEVERVERDEDIGINGEN

ZUID BEVELAND

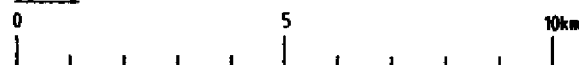
dwarsdoorsnede verdediging



TOELICHTING

- UITGEVOERDE OEVERVERDEDIGING
- UIT TE VOEREN OEVERVERDEDIGING

SCHAAL



ZEEUWSCH VLAANDEREN

rijkswaterstaat
directie zeeland

afdeling n.w.t.

Westerschelde

Overzicht oeververdedigingen

getekend	gecontr.	oecod	gewijzigd
K.B.			
schaal 1:100000			
in Meden, blad nr			
A3	ZLNW 1995-1038		

