

RIKZ/AB/2000.806x 430

Mogelijkheden voor zandwinning in de Westerschelde

Werkdocument RIKZ/AB/2000.806x

februari 2000

Piet Roelse

Aline Arends

Werkdocument

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

Aan
Projectgroep Zandwinning

Contactpersoon	Doorkiesnummer
Piet Roelse	0118-672300
Aline Arends	0118-672301
Datum	Bijlage(n)
Februari 1999	-
Nummer	Product
RIKZ/AB/2000.806x	ZEEHOC*zandwinadvies
Onderwerp	
Mogelijkheden voor zandwinning in de Westerschelde.	

0. Samenvatting

In opdracht van de projectgroep Zandwinning Westerschelde 2001-2011 is door het RIKZ een verkennende studie verricht naar het effect op de morfologie van de Westerschelde van voortdurende zandonttrekking. Deze studie is verricht ten behoeve van de beleidsvorming over de zandwinning in de Westerschelde door de directie Zeeland van de Rijkswaterstaat.

De studie wijst uit dat de huidige wijze van zandwinning gunstig lijkt voor het tegengaan van de verlanding in het oostelijke deel. Op middellange termijn leidt de zandwinning niet tot een zandtekort in het estuarium. De lokale problemen zijn in combinatie met vaargeulonderhoud beheersbaar. Op lange termijn is bij bepaalde ontwikkelingen verplaatsing van de zandwinning naar de monding of naar de Noordzee wellicht noodzakelijk. Op grond hiervan wordt geadviseerd het huidige beleid voort te zetten voor de periode 2001-2011 en na een periode van 5 jaar het beleid te evalueren en eventueel de zandwinlocaties te heroverwegen.

Aanbevolen wordt het uitgangspunt dat zandwinning gecompenseerd moet worden door import vanuit de monding te herzien en over te gaan op een integraal sedimentbeheer waarbij het beleid wordt afgestemd op benodigde sedimenthoeveelheid en verdeling in het systeem. Dit betekent dat o.a. dat het beleid t.a.v. vaargeulonderhoud en zandwinning gecombineerd en goed gemonitord moet worden. Voorwaarde hiervoor is een flexibele regelgeving waardoor het mogelijk is de zandverdeling tussentijds bij te sturen.

De onzekerheden op middellange en lange termijn kunnen verkleind worden door kennis leemtes te verkleinen op het gebied van geulefficiëntie, het verdwijnen van nevengeulen en de sedimentuitwisseling tussen de monding en de Westerschelde.

Vestiging Middelburg
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 0118 672200
Telefax 0118 651046

Inhoudsopgave

0. Samenvatting.....	1
1. Inleiding.....	3
2. Probleemstelling en aanpak.....	4
3. Effecten van zandwinning.....	8
3.1 Korte termijn	8
3.2 Middellange termijn.....	9
3.2.1 Effecten natuurlijke aansturing.....	10
3.2.2 Effecten menselijke ingrepen	10
3.2.3 Risico's door Onzekerheden in kennis en beleid	12
3.2.4 Risico's voor functies	13
3.2.4 Samenvatting	14
3.3 Lange termijn	14
3.3.1 Natuurlijke aansturing	14
3.3.2 Menselijke ingrepen	14
3.3.3 Onzekerheden in kennis en beleid	17
3.3.4 Risico's voor functies	17
3.3.4 Samenvatting	19
3.4 Zandwinning in de mond van de Westerschelde	19
4. Advies zandwinning	20
4.1 Voortzetten huidige beleid.....	20
4.2 Een volgende verruiming van de vaarweg.....	21
4.3 Stoppen met onderhoud vaargeul	22
4.4 Samenvatting	22
5. Aanbevelingen.....	23
Referenties	24
Bijlage 1: Interactie morfologie en waterbeweging	26

1. Inleiding

Achtergrond

Op 1 januari 2001 loopt het huidige zandwinbeleid af. Directie Zeeland is bezig met het formuleren van een nieuw beleid. Het huidige zandwinbeleid is gebaseerd op de zandbalans van de Westerschelde: er mag niet meer zand gewonnen worden dan door natuurlijke import gecompenseerd wordt. In het huidige beleid is aangegeven dat de zandbalans een negatieve trend vertoont en dat dit in combinatie met zeespiegelstijging op lange termijn mogelijk tot een ongewenste structuur van het estuarium zal leiden. Aangezien zandwinning direct de zandhoeveelheid in het systeem beïnvloedt, moet bij het vaststellen van het nieuwe zandwinbeleid heroverwogen worden of het huidige beleid gecontinueerd moet worden. Hiervoor is een goede fysische onderbouwing nodig.

Richtinggevend voor het zandwinbeleid is de waarborging van het estuariene karakter van de Westerschelde op lange termijn. Het beheer mag op lange termijn geen onomkeerbare gevolgen hebben voor de existentie van het watersysteem als estuarium. M.a.w. ook op lange termijn moet voldoende zand in het systeem aanwezig zijn en moet dit op een goede manier verdeeld zijn.

Vraagstelling

Voor het opstellen van het nieuwe zandwinbeleid is door Directie Zeeland een projectgroep "zandwinning Westerschelde 2001-2011" samengesteld, waarin het RIKZ vertegenwoordigd is. Het RIKZ is gevraagd advies uit te brengen over het effect van de zandwinning op het fysische systeem. Dit heeft geresulteerd in de volgende vragen: Mag er in de toekomst wel of niet zand worden gewonnen in de Westerschelde? En indien zand mag worden gewonnen, hoeveel dan en in welke geulen?

Leeswijzer

Dit rapport beschrijft op hoofdlijnen het advies over een nieuw zandwinbeleid. Voor enkele details wordt verwezen naar de bijlage.

De zandwinning is momenteel gebaseerd op evenwicht in de sedimentbalans van de Westerschelde.

Bij deze studie is niet het evenwicht in de sedimentbalans het uitgangspunt geweest, maar de hoeveelheid zand die aanwezig moet zijn om het systeem als volwaardig estuarium te laten functioneren. In hoofdstuk 2 wordt dit verder uitgewerkt en wordt de gevolgde aanpak neergezet. Hoofdstuk 3 beschrijft de effecten van de zandwinning op het fysische systeem op korte, middellange en lange termijn. Deze effecten worden doorvertaald naar de functies veiligheid, bevaarbaarheid en natuurlijkheid waaruit mogelijke risico's voor het systeem volgen. In hoofdstuk 4 wordt een advies gegeven voor het opstellen van het nieuwe zandwinbeleid uitgaande van drie scenario's: voorzetten huidige beleid, verdere vaargeul verruiming en stoppen onderhoud vaargeul. In hoofdstuk 5 tenslotte zijn aanbevelingen gedaan.

2. Probleemstelling en aanpak

Probleemstelling

Zoals in de inleiding geschreven is, is het huidige zandwinbeleid gebaseerd op evenwicht in de zandbalans van de Westerschelde. De gewonnen hoeveelheid zand moet gecompenseerd worden door de import van zand. De zandbalans vertoont op dit moment een negatieve trend. Omdat zandwinning direct van invloed is op de zandbalans zou de consequentie van het beleid kunnen zijn dat de zandwinning op termijn wellicht moet verminderen of geheel moet stoppen. Naast de zandwinning zijn ook autonome ontwikkelingen als zeespiegelstijging en sedimentuitwisseling met de monding en ingrepen zoals verruiming vaargeul en onderhoud daarvan door baggeren en storten bepalend voor de zandbalans van het systeem.

Door **stijging van de zeespiegel** zullen de platen ophogen, waarvoor zand benodigd is. Als de platen het tempo van de zeespiegelstijging niet bij kunnen houden, spreken we van verdrinken van het systeem. Naast stijging van de zeespiegel wordt ook een toename van de getijslag verwacht. Deze toename is deels toe te schrijven aan de zeespiegelstijging, maar wordt voor het grootste deel veroorzaakt door ingrepen zoals verdieping en aanleg van de deltawerken. Het effect van de getijslag vergroting is tegengesteld aan het effect van de zeespiegelstijging. Door toename van het debiet zal de geul uitruimen, waarbij sediment vrij komt.

De sediment hoeveelheid in de Westerschelde wordt tevens beïnvloed door **sedimentuitwisseling met de monding**. De interactie tussen de monding en de Westerschelde is zeer complex omdat de monding deel uitmaakt van zowel het Westerschelde systeem als de voordelta. Bij sedimentbalansen wordt de lijn Vlissingen-Breskens vaak als grens aangehouden tussen de Westerschelde en de monding. Deze grens is vrij arbitrair, beter is het om de monding bij het systeem te betrekken. De monding fungeert als buffer van sediment; een tekort in de Westerschelde wordt aangevuld met sediment dat uit de monding geïmporteerd wordt. Deze sedimentuitwisseling vindt op een grotere tijdschaal plaats dan de sediment verplaatsingen in de Westerschelde. Een tekort in de geul zal daarom in eerst instantie leiden tot lokale onttrekking van zand aan platen en intergetijdegebieden.

In de studie Oostwest (1997) is geconstateerd dat door het **verruimen van de vaarweg** een relatief overschot aan sediment is ontstaan. In bijlage 1 wordt de term relatief overschot uitgewerkt. Geschat wordt dat door de verdieping van 1970-1975 en de morfologische reactie daarop enkele tientallen miljoenen kubieke meters sediment in het systeem geborgen zijn, voornamelijk in de plaatgebieden in het oostelijke deel. De meeste baggerwerkzaamheden vinden plaats in het oostelijke deel en vanwege de korte vaarwegafstand is het sediment in de buurt van de baggerlocaties gestort. Dit heeft geresulteerd in een hoge baggerinspanning en een minder dynamisch en zandrijk oostelijk deel. Sinds de onlangs uitgevoerde 48'/43' verruiming wordt het sediment in westelijke richting verplaatst en is de zandwinning in het oosten geconcentreerd, waardoor het oostelijke deel verruimd kan worden en de dynamiek mogelijk hersteld wordt. Naar schatting zal door de 48'/43' verruiming en de morfologische reactie hierop een extra overschot ontstaan van 80 Mm³ (Dekker, 1994/1995).

Door **zandwinning** wordt sediment uit het systeem verwijderd en is dit niet meer beschikbaar voor morfologische aanpassingen; dit in tegenstelling tot zand dat vrij komt bij de baggerwerkzaamheden en in de Westerschelde of monding wordt gestort. Door

zandwinning wordt het systeem ruimer en zal het debiet toenemen. Bij een groter debiet hoort een ruimere geul zodat de zandbehoefte die door zandwinning ontstaat kleiner is dan de hoeveelheid zand die uit het systeem verwijderd is. Dit principe is in bijlage 1 verder uitgelegd.

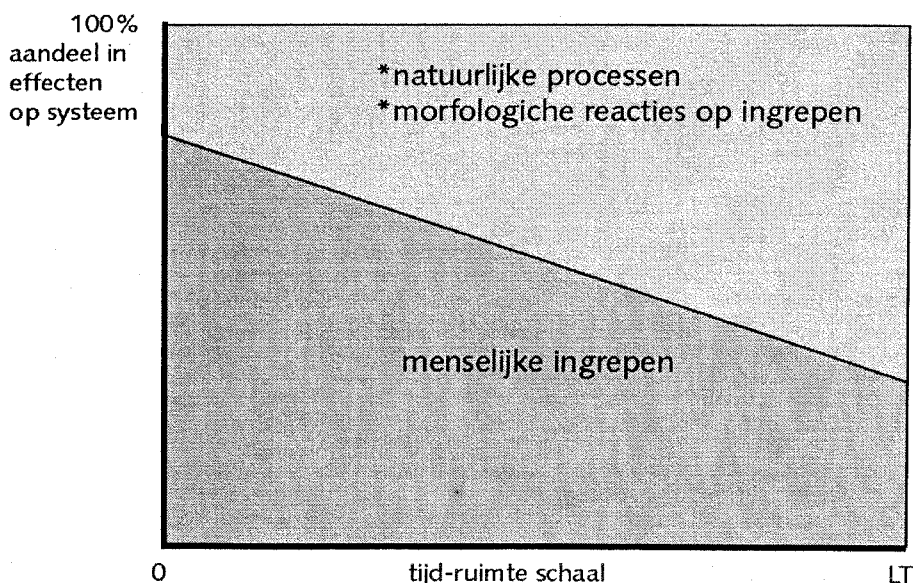
Referentie nivo

Uit het bovenstaande blijkt dat zowel ingrepen als autonome processen van invloed zijn op de hoeveelheid zand die in een goed functionerend estuarien systeem benodigd is. Het overschot c.q. tekort op verschillende tijdschalen volgt hieruit. De zeespiegelstijging genereert een zandvraag, uitwisseling met de mondig kan resulteren in zowel een toe- of afname van de hoeveelheid zand, door getijslag vergroting en verruiming van de vaargeul komt zand beschikbaar en door zandwinning neemt de zandhoeveelheid in het systeem af. Alleen door zandwinning in combinatie met de andere ingrepen te beschouwen kan worden vastgesteld hoeveel zand gewonnen mag worden.

Bij deze studie is als uitgangspunt genomen dat op lange termijn voldoende zand in het systeem aanwezig moet zijn om de estuariene kenmerken te behouden.

Aanpak

In dit advies zijn de gevolgen van zandwinning voor het morfologische systeem beschreven op verschillende tijdschalen. Rondom de prognoses voor de diverse termijnen zit een bandbreedte die bepaald wordt door onzekerheid in de optredende fysische processen en door een onzekerheid in de ingrepen en autonome ontwikkelingen die op die termijn spelen. Dit vraagt voor elke tijdschaal een verschillende aanpak. Op korte termijn zijn de initiële ingrepen in het systeem het meest dominant, terwijl op een langere termijn de invloed van menselijke ingrepen afneemt ten koste van de invloed van morfologische reacties op ingrepen en natuurlijke processen. In figuur 2.1 is dit gevisualiseerd. Hoe langer de termijn waarover prognoses gedaan worden, hoe groter de onzekerheid van de voorspelling.



Figuur 2.1: Aandeel van ingrepen, natuurlijke processen en morfologische reacties op de morfologische ontwikkelingen in het systeem.

Op de **korte termijn** (ca. 5 jaar) zijn de ingrepen goed te overzien en heeft de zeespiegelstijging nog nauwelijks invloed. De menselijke ingrepen zijn op deze tijdschaal dominant. Het effect van de zandwinning wordt primair bepaald door de reactie van de waterbeweging. De morfologie zal hierop reageren, maar pas op een langere tijdschaal. Voor de prognoses op de korte termijn is gebruik gemaakt van een zestal scenario's waarvan de effecten op de waterbeweging met het model SCALWEST zijn berekend. De veranderingen die optreden in de waterbeweging zijn doorvertaald naar morfologische veranderingen.

Omdat de ingrepen dominant en bekend zijn en de interactie tussen waterbeweging en morfologie nog geen grote rol speelt zijn de onzekerheden bij een prognose op deze termijn klein.

Voor de **middellange termijn** (ca. 30 jaar) geldt dat de onzekerheden groter worden. De interactie tussen waterbeweging en morfologie gaat een belangrijke rol spelen en ook de ontwikkeling van het beleid is onzeker. Op grond van berekeningen met de morfodynamische lange termijn modellen ASMITA en ESTMORF en algemene kennis over het functioneren van het systeem is een prognose gedaan voor de ontwikkeling op middellange termijn a.g.v. menselijke ingrepen en natuurlijke aansturing. Hierbij zijn de onzekerheden benoemd. De morfologische effecten zijn doorvertaald naar de effecten voor de functies veiligheid, bevaarbaarheid en natuurlijkheid waaruit de risico's die deze ontwikkelingen met zich meebrengen afgeleid kunnen worden.

Bij de prognose van de **lange termijn** (ca. 100 jaar) ontwikkeling zijn de onzekerheden groot. Hoe het systeem er uit zal zien en hoe de zeespiegelstijging zal ontwikkelen is nog onbekend. De effecten zijn op systeemniveau beschreven. Hierbij is gebruik gemaakt van de uitkomsten van een brainstormsessie met experts in het kader van het project Lange Termijn Visie Schelde Estuaria (LTVS). De effecten op de morfologie zijn via de functies veiligheid, bevaarbaarheid en natuurlijkheid doorvertaald naar mogelijke risico's voor het systeem. Tevens is aangegeven hoe groot de onzekerheden zijn. Op de lange termijn speelt naast de beschikbaarheid van sediment ook de vraag of het eventueel beschikbare sediment op een goede manier over het estuarium verdeeld kan worden.

Kennisbronnen

Bij het opstellen van het advies is gebruik gemaakt van kennis die is opgedaan bij andere projecten zoals, Monitoring verruiming (MOVE), LTVS en ZEEKENNIS. Daarnaast is voor deze studie een aantal scenario's doorgerekend met het waterbewegingsmodel SCALWEST. Specifiek is gebruik gemaakt van de volgende studies:

- a. Initiële reactie van de morfologie op zandonttrekking berekend via de waterbeweging. (Svasek, 1999)
- b. Tijdsafhankelijke reactie op macro-schaal berekend met ASMITA (Wang, 1997)
- c. Tijdsafhankelijke reactie op macro en meso schaal berekend met ESTMORF (Helvert, 1999)
- d. Brainstorm-sessie LTVS: visie op de ontwikkelingsmogelijkheden en onmogelijkheden (1999)

Bovengenoemde modellen (SCALWEST, ASMITA en ESTMORF) in combinatie met de resultaten van de brainstorm-sessie zijn gebruikt bij het opstellen van het zandwinadvies.

Voor elk model geldt dat het beperkingen kent en dus met verstand moet worden gebruikt bij het opstellen van prognoses.

Het SCALWEST-model berekent de effecten van een ingreep op de waterbeweging. Hiervan is de initiële reactie van de morfologie af te leiden. De mate van detail (hoofd- en nevengeulen) is groot. Omdat het model alleen de waterbeweging berekent zijn de resultaten hiervan vooral voor de korte termijn prognoses gebruikt. De resultaten zijn als eerste indicatie ook bruikbaar voor de middellange termijn. De morfologische terugkoppeling is niet uit het model te halen. ASMITA daarentegen berekent tijdafhankelijk zandvolumes in grote gebiedsdelen. Hierbij worden de effecten op de waterbeweging en de morfologische gevolgen hiervan verwaarloosd. Het model is vooral geschikt voor de lange termijn en iets minder voor de middellange termijn omdat o.a. plaat-geul interacties niet in het model zitten. Om de interactie van morfologie en waterbeweging te simuleren tot op plaat/geul niveau is ESTMORF ontwikkeld. Hierdoor is het model vooral geschikt voor de middellange termijn. Dit model is nog niet volledig operationeel en is alleen als indicatie gebruikt bij de ontwikkelingen op middellange termijn.

3. Effecten van zandwinning

De beïnvloeding van het estuarium door natuurlijke aansturing en menselijke ingrepen ligt op korte termijn geheel anders dan op langere termijn. Bovendien nemen de onzekerheden in zowel de fysische processen als in het estuariumbeheer toe bij een doorkijk naar de langere termijn. Het onderscheid tussen de beschouwingen op diverse tijdschalen staat daarom centraal in dit hoofdstuk. Onderscheiden zijn korte termijn (ca. 5 jaar) middellange termijn (ca. 30 jaar) en lange termijn (ca. 100 jaar).

3.1 Korte termijn

De hoeveelheid zand die op korte termijn (ca. 5 jaar) aan de Westerschelde wordt onttrokken bedraagt 10 à 13 Mm³. De onzekerheid van 3 Mm³ zit in de 0,6 Mm³ per jaar die gereseveerd is voor de Nederlandse en voor de Vlaamse overheid. De onttrekking is gering in verhouding met de zandhoeveelheid van 50 à 70 Mm³ die in een periode van 5 jaar binnen de Westerschelde wordt verplaatst als gevolg van baggeren en storten ten behoeve van vaargeulonderhoud.

Natuurlijke aansturing

Op korte termijn zijn de gevolgen van externe natuurlijke aansturing van het estuarium, zoals zeespiegelstijging en getijslagvergroting in de monding, te verwaarlozen. Ook sedimentuitwisseling met de monding is op deze termijn te verwaarlozen.

Effecten menselijke ingrepen

Op korte termijn zijn geen grote menselijke ingrepen te verwachten buiten de reguliere onderhoudswerken aan de vaargeul en de kusten van Walcheren en Zeeuwsch-Vlaanderen. De geplande containerkade aan de Honte bij de Sloehaven betekent - grootschalig gezien - slechts een ingreep in de marge van het systeem. Door toename van de waterbeweging na het verruimen van de geulen zijn ruimere geulen nodig. Daardoor is na sedimentonttrekking het tekort aan sediment minder dan de onttrokken hoeveelheid. Dit aspect is nader toegelicht in bijlage 1.

Kansen en bedreigingen

Op korte termijn kan met de locatiekeuze van de zandwinning de interne zandverdeling worden gestuurd. Dit is in 1998 met de invoering van het huidige (interim)beleid al gebeurd. Voor het beheer op korte termijn kan de huidige wijze van zandwinning derhalve positief worden beoordeeld. Afgestemd op het vaarwegonderhoud waarbij de specie naar het westelijke en middelste deel wordt gebracht, gebeurt de zandwinning thans in het oosten. Hier is door de speciéstortingen uit het verleden een zandoverschot in het platengebied ontstaan. Door winning in de zogenaamde werkstroken zal de zandwinning bijdragen aan het in stand houden van de vaargeul.

In de periode 1955-1997 is de hoofdgeul in het oostelijk deel met 100 Mm³ (Vroon et al., 1997) verruimd door kunstmatige verlaging van de drempels en vergroting van de aanliggende geulen als reactie hierop. Van dit potentiële overschot is 25 Mm³ gebruikt voor zandwinning. De resterende 75 Mm³ heeft de nevengeulen en het Land van Saeftinge verondiept en de platen verhoogd. In de loop van de tijd is ongeveer 35 Mm³ uit de sedimentcirculaties van het "actieve" deel van het systeem verdwenen doordat het op het Land van Saeftinge en de platen is gesedimenteerd (commentaar van Pieters in Dunsbergen, 1998). Dit sediment is door het systeem "opgeborgen" en vormt geen overschot meer waardoor voor aanvang van de 48'/43' verruiming nog een

sedimentoverschot van enkele tientallen miljoenen m³ aanwezig was als gevolg van de verruiming van 1970-1975.

Door de 48'/43' verruiming zal een overschot van ca. 80 Mm³ sediment ontstaan (Dekker, 1994/1995) door verlaging en verbreding van de drempels en verruiming van de aanliggende geuldelen als reactie hierop. Dit overschot opgeteld bij het nog aanwezige overschot van de voorgaande verruiming levert een overschot op van ruim 100 Mm³ sediment.

Door de huidige wijze van vaargeulonderhoud en zandwinning zal in de komende 5 tot 10 jaar naar verwachting 10 à 25 Mm³ sediment uit het oostelijke deel worden verwijderd. De kans is dus klein dat op een termijn van 5 à 10 jaar een groot zandtekort zal ontstaan, mede omdat door de verwachte retourstroom de netto verruiming kleiner zal zijn dan de gebaggerde hoeveelheid.

3.2 Middellange termijn

Bij continuering van het huidige zandwinbeleid zal op middellange termijn (ca. 2030) een hoeveelheid zand van 60 à 80 Mm³ aan de Westerschelde worden onttrokken. Ter illustratie: dit betekent (excl. Saaftinge) een gemiddelde bodemverlaging van 20 à 30 cm. Deze hoeveelheid is van dezelfde orde grootte als het overschot dat zal ontstaan door de 48'/43' verruiming.

Op middellange termijn gaat de externe natuurlijke beïnvloeding een rol spelen. Gerekend is met een zeespiegelstijging van 60 cm per eeuw. Omdat de prognoses uitgaan van een exponentiële stijging is voor 2030 gerekend met een stijging van 10 cm. De zeespiegelstijging van de afgelopen eeuw is gepaard gegaan met een getijslagvergroting van ca. 4 %. Hoewel de processen achter deze vergroting - zeespiegelstijging, verdieping Westerschelde en Deltawerken - niet geheel bekend zijn, is de verwachting dat de getijslag ook in de 21e eeuw zal toenemen. Zeker voor de middellange termijn lijkt de veronderstelling gerechtvaardigd dat de toename van de getijslag doorgaat. Voor de periode tot 2030 is derhalve gerekend met een toename van 1% (3 à 4% per eeuw).

Het ligt in de verwachting dat vaarwegonderhoud en zandwinning de voornaamste menselijke ingrepen op middellange termijn zullen zijn. Verdere verdieping van de vaargeul staat ter discussie, doch enige verdieping in de naaste toekomst is zeker niet uit te sluiten. Daarnaast is men in Vlaanderen begonnen met de inrichting van gebieden voor gecontroleerde overstrooming tijdens stormvloed. Ook wordt aan permanent overstroombare gebieden gedacht. Enige kombergingsvergroting behoort dus ook tot de mogelijkheden. Naast zandonttrekkingen is in het verleden ook specie in de Westerschelde gestort, m.n. afkomstig van kanaalverbredingen. Deze mogelijkheid bestaat ook in de toekomst.

Afgezet tegen de totale omvang van de Westerschelde zijn de zandverplaatsingen en -onttrekkingen op middellange termijn substantieel. Zandwinning en vaargeulonderhoud/-verdieping zullen derhalve steeds in samenhang moeten worden gezien om de zandverdeling in de Westerschelde te sturen. Ook de zanduitwisseling met het mondingsgebied speelt hierbij een rol.

Op deze termijn moet het gehele Schelde-estuarium in zijn morfologische samenhang worden beschouwd. Import/export over de lijn Vlissingen-Breskens is op deze schaal een interne verdeling. Tekorten in de Westerschelde zullen eerst lokaal door interne

herverdeling (erosie van platen) worden aangevuld, maar zullen op middellange termijn door import vanuit de monding gecompenseerd worden.

3.2.1 Effecten natuurlijke aansturing

Zeespiegelstijging

Door zeespiegelstijging wordt het estuarium ruimer. Dit betekent een groter debiet. Getijberekeningen met een middenstandsverhoging in de Westerschelde tonen aan dat de geulen hiervoor net zoveel ruimer moeten worden als door de verhoogde waterspiegel wordt veroorzaakt. Er ontstaat bij zeespiegelstijging dus geen overschot of tekort in de geulen.

De platen, slikken en schorren in de Westerschelde zullen met de waterstand mee willen stijgen. Hiervoor is ca. 11 Mm³ zand nodig (0,1 m*110 km², excl. Land van Saaftinge).

Getijslagtoename

Getijslagvergroting resulteert in uitruiming van de geulen waarbij sediment beschikbaar komt. Uit berekeningen volgt dat bij een vergroting van 1% tot 2030, een overschot in de geulen ontstaat van 13-17 Mm³ (Svasek, 1999). Dit is dezelfde orde van grootte als de hoeveelheid die benodigd is om de plaat-, slik- en schorgebieden met een zeespiegelstijging van 20 cm in 30 jaar mee te laten stijgen.

Geulefficiëntie

De afgelopen decennia hebben geleerd dat bij een functiewisseling van geulen de efficiëntie zodanig kan toenemen dat de benodigde geulinhoud met tientallen Mm³ kan afnemen. Omdat het zand dat hiervoor nodig is in eerste instantie door het estuarium zelf moet worden geleverd kan dit de ontwikkelingen in de andere geul- en/of plaatgebieden sterk beïnvloeden c.q. verstoren. Overigens kan functiewisseling ten aanzien van dynamiek ook positief worden beoordeeld.

Als voorbeeld dient de opgetreden functiewisseling in het middendeel van de Westerschelde. Het Middelgat zandde hier sinds 1955 aan met 72 Mm³ (Mol, 1999). Het Gat van Ossennisse/Overloop van Hansweert, dat de watervoerende functie grotendeels overnam, verruimde "slechts" 49 Mm³ (Mol, 1999). De netto afname van de geulinhoud in dit gebied is de laatste 10 jaar sterk verminderd.

Concluderend: De zandvraag in de platengebieden als gevolg van zeespiegelstijging kan gecompenseerd worden door het zandoverschot als gevolg van getijslagvergroting. Verhoging van platen en verdieping van de geulen zal versteiling in de overgangsgebieden tot gevolg hebben, waardoor de druk op de ondiepwatergebieden toeneemt.

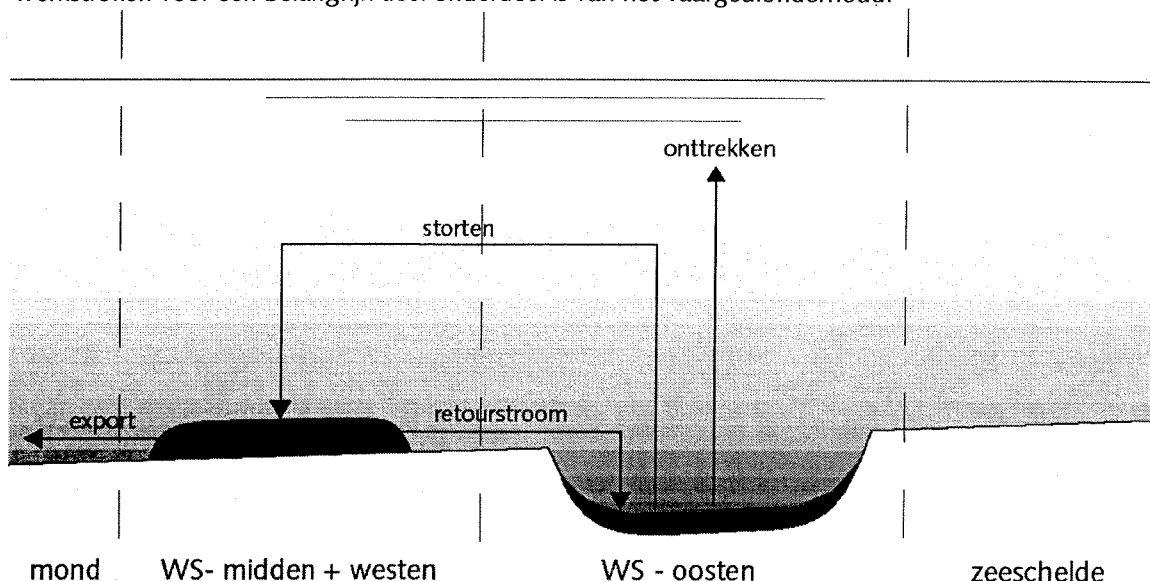
De effecten van import/export en van veranderde geulefficiëntie zijn onzeker. Momenteel zijn er echter geen aanwijzingen dat de efficiëntie, zoals in het middendeel van de Westerschelde gebeurd is, sterk zal veranderen.

3.2.2 Effecten menselijke ingrepen

Voortzetting van het huidige beleid

Voortgaan met baggeren en storten in het kader van vaargeulonderhoud leidt tot een andere verdeling van het zandvolume in de Westerschelde. In het oostelijke deel zal het zandvolume afnemen, in het midden- en westelijke deel zal het volume toenemen. Behalve een oostwaartse retourstroom is hierdoor ook een zandexport naar de monding te verwachten (figuur 3.1). Uitvoering van een volgende verdieping zal dit effect versterken.

Het storten van specie is op middellange termijn het belangrijkste stuurmiddel bij de verdeling van het sediment over de Westerschelde en de monding. De ASMITA-berekeningen (Wang, 1997) hebben dit reeds aangetoond. De locaties voor de zandwinning spelen nog een ondergeschikte rol, omdat de zandwinning in de zg. werkstroken voor een belangrijk deel onderdeel is van het vaargeulonderhoud.



Figuur 3.1: Sedimentstromen op macroschaal volgens het huidige beleid.

De verdeling van het sediment in langs- en dwarsrichting lijkt redelijk beheersbaar. Zoals in paragraaf 3.2.1 reeds is vermeld, zullen verdere verdieping/verruiming van de geulen en meegroeien van de platen met de zeespiegelstijging ten koste gaan van geleidelijke overgangen. De kans is daarom groot dat de ondiepwatergebieden verder zullen versmallen.

De speciéstortingen houden ook een gevaar in voor de nevengeulen. Uit een stabiliteitsanalyse van geulen blijkt dat een geul kan verdwijnen als de zandtoevoeging meer dan 10% van de som van het eb- en vloedtransport bedraagt (Wang et.al., 1997).

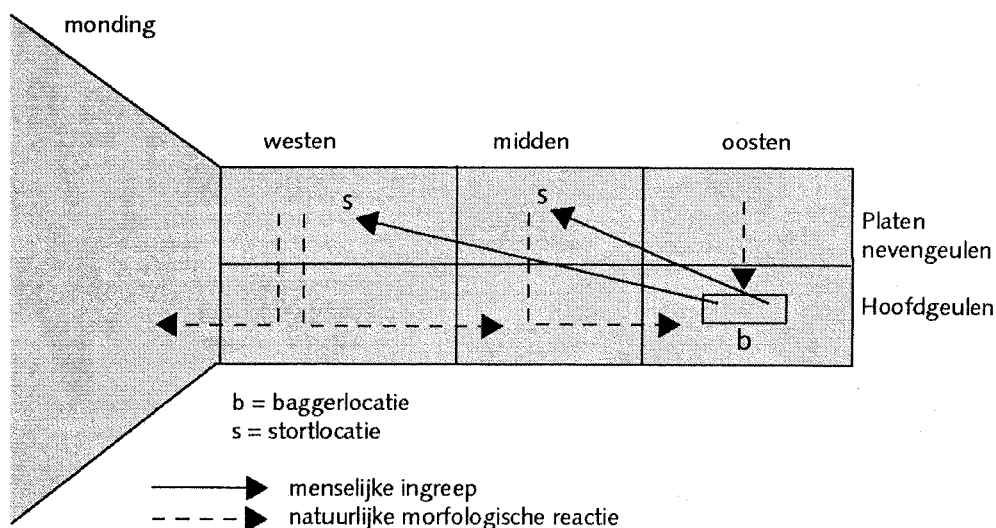
De zandvermindering in het oosten door het huidige stortbeleid wordt positief beoordeeld omdat daar de "verlanding" van de platengebieden wordt tegen gegaan. Sinds 1955 zijn de platen in het oostelijk deel met 36 Mm³ toegenomen (Mol et. al., 1997). Door de zandwinning voorlopig (interimbeleid) in het oosten te concentreren wordt de zandvermindering versneld bereikt. De hoeveelheid waarmee het zandvolume van de platen kan worden verminderd moet op grond van de functies natuurlijkheid en toegankelijkheid worden bepaald. Zandvermindering resulteert eerst in meer dynamiek in het platengebied waardoor dwarsstromen kunnen ontstaan. Het te ver doorvoeren van de zandvermindering in het oostelijke deel kan echter een potentieel gevaar vormen voor de natuurfunctie van het estuarium: het "verdrinken" van de zandplaten en slikken omdat niet genoeg zand aanwezig is om mee te groeien met de zeespiegel en erosie van de schorren omdat de slikken te laag worden.

Met SCALWEST (Svasek, 1999) zijn berekeningen uitgevoerd met een verdiepte vaargeul, waarbij van de initiële baggeropbrengst van 90 Mm³ het grootste deel (60 Mm³) is onttrokken voor de zandhandel en de rest in het midden en westen is gestort.

Het oostelijke deel is 29 Mm^3 ruimer geworden door zandwinning en zeespiegelstijging. De verruiming van de geulen in het oostelijk deel is groter dan de toename van het getijvolume waardoor een tekort ontstaat van ca. 22 Mm^3 . Dit tekort wordt door baggeren en storten in stand gehouden.

De nivellering van tekorten en overschotten is het grootst in lengterichting van de hoofdgeul. Bij de huidige stortstrategie kan een retourstroom worden verwacht van het naar het westen gebrachte specie. Door de grote afstanden kan dit echter enige tijd duren. De toenemende baggeropbrengsten na de recente verdieping doen echter vermoeden dat de retourstroom vrij snel effecten geeft op de baggerplaatsen. Door de geulverdieping kan nivellering in dwarsrichting een substantieel deel uitmaken van de morfologische reactie. Er zou dus erosie van platen en slikken kunnen optreden. Gezien de volume toename is dit tijdelijk in het oostelijk deel geen bezwaar. Sinds 1970 zijn de platen gemiddeld 27 cm verhoogd als gevolg van het vroegere stortbeleid en als gevolg van zeespiegelstijging. Ter vergelijking: 22 Mm^3 verdeeld over het oostelijke platengebied betekent een laagdikte van 20 cm.

Mocht het platengebied verder afnemen dan gewenst, dan is dit door middel van zandstortingen in de nevengeulen te compenseren. Bovengenoemde verhoging als gevolg van langdurig storten in het Schaar van Waarde is hiervoor het bewijs. Figuur 3.2 geeft op de macro-schaal voor het huidige beleid schematisch de sedimentstromen weer in lengte- en dwarsrichting.



Figuur 3.2: Sedimentstromen op macro schaal.

De hoofdgeul is te ruim t.o.v. het morfologisch evenwicht. De nevengeulen zijn te krap waardoor een retourstroom van stortplaats naar drempel ontstaat.

Wijzigen vaargeulbeleid

Een drastische vermindering van het vaargeuldiepte en daarmee het onderhoud zou tot aanzienlijke zandtekorten leiden, waardoor met name de natuurfunctie in het gedrang zou kunnen komen. Het ligt echter niet in de rede dat deze effecten op middellange termijn een sterke rol gaan spelen. Het ligt eerder voor de hand rekening te houden met een verdere verdieping van de vaargeul.

Concluderend: De kans dat op middellange termijn een zandtekort in de Westerschelde (incl. monding) zal ontstaan is gering. Mocht de zandverdeling bij voortzetting van het huidige beleid zodanig uit evenwicht geraken dat lokale tekorten tot aantasting van functies leidt, zoals verlies aan plaat- en ondiepwater areaal, dan kan door wijziging van zandwin- en stortlocaties worden bijgestuurd.

3.2.3 Risico's door Onzekerheden in kennis en beleid

Onzekerheden in de kennis komen vooral aan het licht bij het schatten van morfologische ontwikkeling op meso- en macroschaal, zoals het evolueren naar een 1-geulsysteem, functiewisseling van geulen en verandering van de geulefficiëntie. Daarnaast zijn de ecologische processen dermate complex dat het effect van morfologische veranderingen moeilijk is aan te geven. Omgekeerd is het met de huidige kennis niet goed mogelijk om vanuit het natuurlijk functioneren van het estuarium concrete eisen te stellen aan bijvoorbeeld afmetingen en gedrag van platengebieden.

De onzekerheden in het beleid zullen op middellange termijn vooral betrekking hebben op het omgaan met de vaargeul. De kans dat -naast de overstromingsgebieden in Vlaanderen- de geometrie van de Westerschelde drastisch zal worden gewijzigd door bijvoorbeeld het verleggen van dijken en geulen wordt zeer klein ingeschat.

3.2.4 Risico's voor functies

Natuurlijkheid

Verdwijnen van nevengeulen

De grootste bedreiging voor de natuurlijkheid van de Westerschelde ontstaat als de nevengeulen door bijvoorbeeld het storten van baggerspecie verdwijnen. Theoretisch kan worden aangetoond dat bij een bepaalde zandtoevoeging een geul niet meer kan blijven voortbestaan. Lokaal lijkt dit gevaar bij de huidige baggerintensiteit op middellange termijn reëel. Gericht onderzoek met de huidige kennis kan voor het stortbeleid waardevolle informatie opleveren.

De kans dat het verdwijnen van nevengeulen op grote schaal in de Westerschelde gebeurt is vrijwel nihil. Een dergelijke verandering vergt naast een enorme hoeveelheid zand een zeer lange tijd om dit via kunstmatige en natuurlijke weg te verplaatsen. Ingrepen die het proces zouden kunnen versnellen of wellicht zelfs voorwaarde voor het proces zijn, zoals bijvoorbeeld de aanleg van leidammen, worden niet overwogen.

Wijziging vaargeulbeleid

De kans is zeer klein dat op korte termijn het onderhoud van de vaarweg naar Antwerpen aanzienlijk wordt verminderd of zelfs wordt gestopt. Dat op middellange termijn de ontwikkelingen in de vervoerssector tot een kleinere benodigde vaardiepte op de Westerschelde leidt is echter niet uitgesloten.

Bij verondieping van de hoofdgeul treedt in principe het omgekeerde effect op als bij verdieping. De drempels zullen sedimenteren, initieel met de huidige baggerhoeveelheden, na verloop van tijd met afnemende hoeveelheden. De geultrajecten tussen de drempels zullen eveneens sedimenteren door het afgenomen

debiet. Uiteindelijk zal dit tot een grote zandvraag leiden, die door import vanuit de monding gecompenseerd zal moeten worden. Voordat die sedimentstroom op gang gekomen is zullen eerst platen en ondiepwatergebieden eroderen. Of deze weer hersteld worden door de import is niet bekend. Dat een eventuele trendbreuk in het omgaan met de vaargeul en de morfologische reactie hierop al omstreeks 2030 tot problemen zal leiden ligt niet in de rede.

Naast verondieping is er ook een kans op verdieping van de vaargeul. Op middellange termijn zou dit voor extra zandoverschotten zorgen. De druk op de ondiepwatergebieden wordt dan versterkt.

Bevaarbaarheid

Verlaging van de platen en verdieping van de nevengeulen kan tot gevolg hebben dat de dynamiek van kortsluitgeultjes weer wordt geactiveerd. De hiermee gepaard gaande (tijdelijke) dwarsstromen in de vaargeul heeft in het verleden tot scheepsongevallen geleid. De kans hierop is bij voortzetting van het huidige beleid het grootst in het oostelijke deel. Dit gevaar zal tijdig (door monitoring) moeten worden onderkend om met gerichte maatregelen, bijvoorbeeld speciéstortingen, de situatie onder controle te houden.

Veiligheid

De toename van de getijslag door een ruimere hoofdgeul is het grootst bij Bath en bedraagt maximaal ca. 2%. Dit betekent een verhoging van de gemiddelde hoogwaterstanden met 5 cm. Onder maatgevende stormvloedstanden zal de reductie van de bodemwrijving door de ruimere geulen minder zijn dan onder normale omstandigheden. De getijslagvergroting zal daardoor onder stormvloedomstandigheden waarschijnlijk niet groter zijn. Het effect op de veiligheid zal gering zijn.

3.2.4 Samenvatting

Op middellange termijn zijn door een combinatie van zandwinning en vaargeulonderhoud geen grootschalige morfologische veranderingen te verwachten. Lokale veranderingen zouden tot problemen voor de natuur en de scheepvaart kunnen leiden (resp. afname plaatareaal en dwarsstromen). Door aanpassing van de bagger- en stortstrategie moeten de problemen beheersbaar zijn. De signalering van de problemen moet dan wel tijdig zijn, zodat de aanpassingen op een redelijke termijn kunnen worden geïmplementeerd.

3.3 Lange termijn

Handhaving van de huidige zandwinquota op lange termijn (21e eeuw) betekent een substantiële vermindering van de zandmassa in de Westerschelde. Ter illustratie: 200 à 260 Mm³ zou een gemiddelde bodemverlaging van 70 à 90 cm betekenen. Bij een grotere tijdschaal past echter ook een grotere ruimteschaal. Verdeeld over het gehele estuarium (inclusief mondingsgebied en Land van Saaftinge) komt de gemiddelde bodemverlaging overeen met de middellange termijn effecten in de Westerschelde: 20 à 25 cm.

3.3.1 Natuurlijke aansturing

Evenals bij de middellange termijn hebben op lange termijn zeespiegelstijging en getijslagvergroting tegengestelde effecten op de beschikbaarheid van zand in de Westerschelde. Bij de aangenomen lineaire toename van de getijslagvergroting en de exponentiële stijging van de zeespiegel zal gedurende ruim een halve eeuw het netto

resultaat positief zijn. Na een eeuw resteert een negatief resultaat. Om de niet-geulgebieden te laten meestijgen met de waterspiegel is ca. 65 Mm^3 zand nodig ($0,6 \text{ m} \times 110 \text{ km}^2$). Bij een getijslagvergroting van 3 à 4 % komt in de geulen 50 à 70 Mm^3 beschikbaar. De hoogwaterstijging gaat hierbij echter ook meewegen. De hiermee gepaard gaande verhoging van de platen zal wellicht ca. 5 Mm^3 vergen. De kans is dus groot dat een zandtekort van 10 Mm^3 ontstaat. Ondanks dat (niet) genoeg sediment beschikbaar is om de platen met de zeespiegel mee te laten stijgen, zullen de ondiepwaterarealen afnemen omdat de overgang van geul naar plaat steiler wordt. Op lange termijn zal ook de sedimentuitwisseling met de monding een belangrijke rol spelen. In hoeverre hier de natuurlijke aansturing mede bepalend zal zijn is momenteel niet duidelijk.

3.3.2 Menselijke ingrepen

Voortzetting van het vaargeulonderhoud en zandwinning over lange termijn zal een aanzienlijk ruimere hoofdgeul tot gevolg hebben, vooral als de vaarweg verder wordt verdiept. Door de hiermee gepaard gaande grotere debieten zal het zandtekort aanzienlijk kleiner zijn dan de onttrokken hoeveelheid.

De uitwisseling van zand is het sterkst in lengterichting en in de hoofdgeul. Er mag derhalve verwacht worden dat bij zandtekorten in de geulen van de Westerschelde en grotere debieten een import vanuit de monding op gang zal komen.

Bij een onttrekking van 2 à $2,5 \text{ Mm}^3$ per jaar is over 100 jaar 200 - 250 Mm^3 sediment uit het systeem verwijderd. Omdat door de geulverruiming het debiet groter wordt, zal het sedimenttekort dat hierdoor ontstaat minder zijn. Hoeveel dat zal zijn, is niet aan te geven. Ook de potentie van het platengebied in de monding als zandbuffer speelt hierbij een belangrijke rol. Op basis van historische gegevens is wel een orde grootte aan te geven. Bekend is dat in de periode 1955-1997 de Westerschelde ca. 60 Mm^3 ruimer is geworden door ingrepen en import van sediment, terwijl er 100 Mm^3 sediment uit het systeem verwijderd is. Deze lijn doortrekken zou betekenen dat bij een onttrekking van ruim 200 Mm^3 de hoeveelheid zand in het systeem met ruim 120 Mm^3 zou afnemen. De belangrijkste vraag is of met het resterende zand een waardevol estuarium in stand kan worden gehouden.

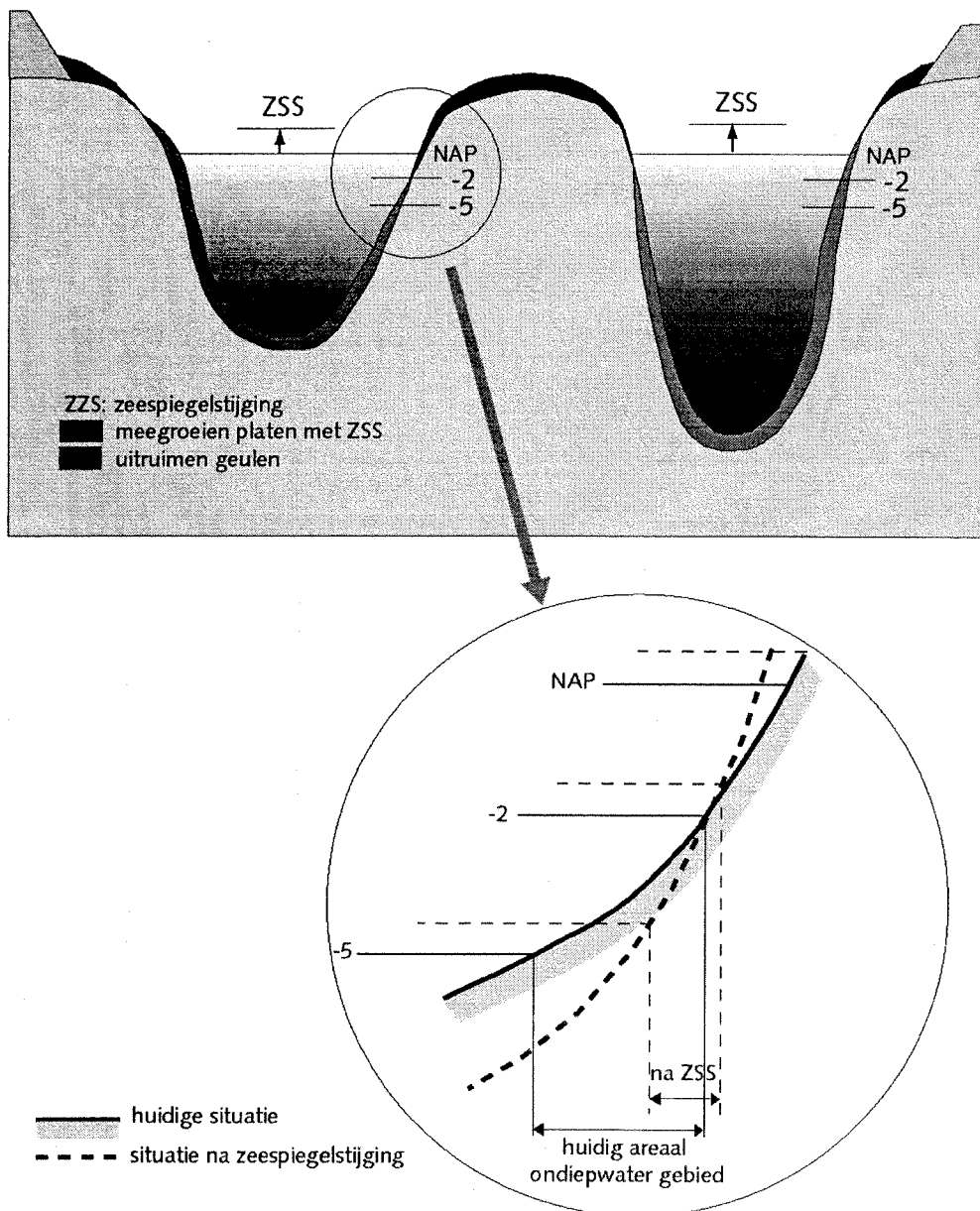
In de afgelopen 40 jaar zijn de geulverruiming en de plaatvergroting ten koste gegaan van de ondiepwater gebieden (figuur 3.3). De hellingen van deze zones zullen aan een maximum zijn gebonden, doch onbekend is of dit al bereikt is. De kans is groot dat verdere verruiming van de hoofdgeul ten koste gaat van de plaatoppervlakte doordat de plaatranden gaan eroderen. Dit hoeft niet nadelig te zijn. In de afgelopen 40 jaar is in de Westerschelde het plaatvolume met 36 Mm^3 en het areaal met 638 ha toegenomen. Deze verlanding heeft de natuurlijke dynamiek verstoord. Afname van het plaatvolume naar de oorspronkelijke omvang kan dus als een natuurlijke verrijking worden beschouwd.

Wordt de eerder genoemde verruiming van 120 Mm^3 als uitgangspunt genomen, dan zou behalve de plaatafname van 36 Mm^3 nog een zandafname van ca. 84 Mm^3 moeten worden opgevangen. Dit is ongeveer gelijk aan het verwachte overschot dat zal ontstaan als gevolg van de huidige verruiming.

Hieruit kan niet geconcludeerd worden dat zandwinning op lange termijn niet schadelijk is, hiervoor is de berekeningsmethode te globaal. Wel geeft het aan dat het op korte termijn voortzetten van de zandwinning met 2 - $2,5 \text{ Mm}^3$ op lange termijn geen schadelijke gevolgen heeft.

De kans dat van nature een 1-geulsysteem ontstaat wordt zeer gering geacht. Bij eventuele verdere verdieping van de vaargeul wordt de Westerschelde wel kunstmatig in

de richting van een 1-geulstelsel gedrongen. (Brainstorm, 1999). De geometrie van de dijken en geulwandverdedigingen dwingt de hoofdgeul echter tot een vaste meandering tussen de vaste oevers. Alleen in de omgeving van het Sloe lijkt nog enige bewegingsvrijheid aanwezig (doorbraak Schaar van Spijkerplaat). Door de sterke meandering zullen dermate grote vervallen over platen tussen geuldelen blijven bestaan dat de voorwaarden voor kortsluitgeultjes aanwezig blijven. Op het niveau van individuele nevengeulen is het stortbeleid bepalend. Bij voortzetting van de huidige baggerintensiteit is het mogelijk om nevengeulen te laten verdwijnen.



Figuur 3.3: Effect zeespiegelstijging en geulverruiming op ondiepwatergebieden

3.3.3 Onzekerheden in kennis en beleid

Onzekerheden domineren de ontwikkeling op lange termijn. Naast de onzekerheden in de vertaling van ingrepen en aansturing in effecten op de morfologie en de daaraan gerelateerde functies en waarden, zijn het de onzekerheden in de natuurlijke en menselijke beïnvloeding zelf die een prognose bemoeilijken. Zo wijzen recente studies op een kleinere toename van de zeespiegelstijging dan enkele jaren geleden werd voorspeld. Niet duidelijk is voorts de oorzaak van de in de omgeving van de Westerschelde opgetreden getijslagtoename. Voortzetting van de huidige toename in lange termijnberekeningen is dus discutabel.

Bij de beschouwingen over de zandbalans is steeds uitgegaan van de huidige geometrie van het Schelde-estuarium. Naast onzekerheden in het omgaan met de vaarweg naar Antwerpen en met de zandwinning spelen op lange termijn ook onzekerheden over de toekomstige geometrie een rol. Zo is vergroting van het kombergingsgebied door het landwaarts verleggen van dijken en de aanleg van gecontroleerde overstromingsgebieden en havenbekkens omwille van veiligheid, natuur en economie niet ondenkbeeldig.

3.3.4 Risico's voor functies

Natuurlijkheid

De waarde van een estuarium als een natuurlijk systeem hangt niet alleen af van de oppervlakte aan plaat-, slik- en ondiepwatergebied. Ook zijn van belang de ruimtelijke variatie en dynamiek in diepte, zoutgehalte en stroming. Het baggeren en storten voor vaarwegonderhoud en de zandonttrekking voor de handel zijn stuurmiddelen die kansen bieden om met minder zand voorwaarden te scheppen voor een waardevolle natuurontwikkeling in de Westerschelde. De situatie van omstreeks 1950, dus van vóór de grote vaarwegverruiming en vóór de jongste inpolderingen bij Bath, de Braakman en het Sloe kan niet meer worden gereconstrueerd, ook niet met de huidige zandhoeveelheid. Hiervoor heeft de hoofdgeul een te grote rol in de waterbeweging opgeëist. Het is dan ook niet te verwachten dat in de plaat- en nevengeulgebieden een dynamiek als in 1950 terug zal keren. Door zodanig te sturen dat deze gebieden minder zand bevatten kan waarschijnlijk een deel van de dynamiek worden hersteld. Een diepere geul en platen die met de zeespiegel mee stijgen, laten minder ruimte voor geleidelijke overgangen. De ondiepwatergebieden zullen daardoor nog meer onder druk komen te staan dan nu reeds het geval is.

Wijziging vaargeulbeleid

Zoals reeds bij de middellange termijn aangegeven vormt de situatie waarin mindere eisen aan de vaarweg op Antwerpen worden gesteld een bedreiging van het estuarium. Uit bijdragen vanuit de vervoersector aan de Lange Termijn Verkenning van het Schelde Estuarium (LTVS) blijkt dat dit geen irreëel scenario is. De hoofdgeul die thans kunstmatig op diepte wordt gehouden zal dan een grote zandvraag vertonen. Hierdoor ontstaat het gevaar van "verdrinken". De platen zouden zo sterk in oppervlakte en/of hoogte kunnen afnemen dat de natuurfunctie van het estuarium (bijvoorbeeld kinderkamer) in het gedrang komt. Hoewel in het huidige maatschappelijke denken wellicht niet realistisch, bestaat -ook thans al- technisch de mogelijkheid om door zandverplaatsingen of kunstmatige zandimport de fysische randvoorwaarden voor de natuurfunctie te herstellen.

Een verdere verdieping van de vaarweg zal op lange termijn de mogelijkheden voor de natuurlijkheid beperken door areaalvermindering en versteiling van de (ondiepwater)overgangsgebieden. Zandwinning zal tot een grotere areaalvermindering leiden. Zandwinning biedt naast de mogelijkheid om de grootschalige zandverdeling

mede te sturen ook de mogelijkheid om de gebieden buiten de hoofdgeul vorm te geven. Te denken valt aan verflauwen van plaatranden en stimuleren van nevengeultjes.

Bevaarbaarheid

De eveneens in par. 3.2.3 aangegeven bedreiging voor de scheepvaart van gevaarlijke dwarsstromen bij herstel van de plaat- en nevengeuldynamiek speelt uiteraard ook op lange termijn een rol.

Veiligheid

Evenals op middellange termijn is op lange termijn geen substantieel effect van de zandwinning te verwachten op de maatgevende stormvloedstanden.

3.3.4 Samenvatting

Voortzetting van de huidige zandonttrekking zal op lange termijn leiden tot een verruiming van de Westerschelde. Dit zal met name ten koste gaan van de natuurgebieden. Door sturing van de verruiming met baggeren en storten lijken de fysische voorwaarden voor het functioneren als estuarium redelijk te kunnen worden gehandhaafd.

Een bedreiging van het natuurlijke systeem ontstaat als door vermindering of stoppen van het vaarwegonderhoud het belangrijkste stuurmiddel wegvalt. Ingrepen speciaal voor de natuurfunctie kunnen in dat geval nodig zijn.

Een natuurlijke evolutie van de Westerschelde naar een 1-geulsysteem wordt niet reëel geacht. Wel kunnen speciéstoringen het functioneren van plaat-/nevengeulcomplexen in gevaar brengen.

3.4 Zandwinning in de mond van de Westerschelde

Zandwinbeleid.

Zandonttrekking aan de onderwateroever in de kustzone is in principe niet toegestaan om ondermijning van het kustfundament te voorkomen en/of de natuurwaarde niet aan te tasten (Voordelta). Zandwinning in de Westerscheldemonde is daarom ook niet toegestaan. In dat licht bezien lijkt het onlogisch dat in de Westerschelde wel zandonttrekking mag plaatsvinden. De relatie met de standzekerheid van de waterkering speelt hier evenzeer.

Op een grote tijd- en ruimteschaal bezien ligt het in de rede om de Westerschelde en de monding als één morfologisch systeem te beschouwen en zandwinning ook in het mondingsgebied te overwegen. Door de veel grotere omvang van de monding is de ingreep door zandwinning relatief kleiner dan in de Westerschelde. Bij zandonttrekking in het centrale deel (Raan) is de kans zeer gering dat dit tot versterkte kusterosie zal leiden. Het kustgedrag wordt hier voornamelijk gedomineerd door de voorliggende geulen en het golfgedreven langstransport.

Zandwinning in de monding kan relevant worden als daar een zandoverschot is ontstaan, bijvoorbeeld door het storten van baggerspecie, en in de Westerschelde een zandtekort (zandwinning). Als dit tekort tot ongewenste ontwikkelingen leidt, kan het efficiënter zijn om het zand direct in de mond te winnen dan te anticiperen op een systeemreactie waarbij import in de Westerschelde vanuit de mond op gang komt.

Morfologie

De werking van het morfologische systeem van de mond wordt minder begrepen dan van de Westerschelde. Vooral de interactie met de omringende systemen Voordelta, Noordzee, Vlaamse Banken en de Westerschelde zelf is vrij onbekend. Het is daarom niet

duidelijk of de mond op lange termijn als sedimentbuffer voor de Westerschelde kan dienen. Opvallend is dat tijdens de periode met de grootste import van de Westerschelde de lodingen tevens een toename van de zandinhoud van de mond te zien gaven. Omstreeks 1975 is een trendbreuk opgetreden. Sindsdien verliest de monding jaarlijks 12 Mm³ zand. De erosie gaat ook nu door, terwijl de Westerschelde zand exporteert.

4. Advies zandwinning

Omtrent de ontwikkelingen van de Westerschelde bestaan een aantal onzekerheden. Deze onzekerheden zijn het gevolg van een gebrek aan kennis enerzijds en van onduidelijkheid over de toekomstige autonome ontwikkelingen en ingrepen als gevolg van het gevoerde beleid anderzijds. Op korte termijn zijn de onzekerheden het kleinst. Door deze onzekerheden is elk te voeren beleid omgeven met een aantal risico's. Hoe kleiner de onzekerheden hoe kleiner het risico dat gelopen wordt.

In hoofdstuk 3 is het effect op het systeem van verschillende scenario's (voortzetten huidige beleid, verdere verruiming van de vaargeul en stoppen met onderhoud van de vaargeul) op drie tijdschalen beschreven. In dit hoofdstuk wordt aangegeven wat dit betekent voor de zandwinning.

4.1 Voortzetten huidige beleid

Onder voortzetten van het huidige beleid wordt verstaan het onderhouden van de huidige vaargeul diepte (48'/43'). De MOVE-evaluatie heeft geen aanleiding gegeven om het huidige stortbeleid te wijzigen. Vooruitlopend op het nieuwe stortbeleid wordt er hier van uitgegaan dat op korte termijn het stortbeleid niet gewijzigd wordt. Dit betekent dat de baggerspecie vooral in het midden en westelijke deel van de Westerschelde gestort zal worden. Op langere termijn zal het stortbeleid mogelijk herzien worden.

Korte termijn

Het in 1997 ingezette interimbeleid kan onverminderd worden voortgezet. Zandwinning van 2 à 2,5 Mm³/j zoals in het verleden heeft plaatsgevonden zal op korte termijn geen negatieve gevolgen hebben voor de Westerschelde. Integendeel, in combinatie met de stortingen van baggerspecie in het midden- en westelijke deel draagt de zandwinning in het oostelijke deel bij aan een betere verdeling van het zand in lengterichting van de Westerschelde. De verlanding en verstarring van het platengebied in het oostelijke deel worden erdoor tegen gegaan.

Bij het voortzetten van het huidige zandwinbeleid zal, over een periode van 10 jaar, 20 - 25 Mm³ zand gewonnen zijn. Ter vergelijking: in de periode 1955-1997 is de Westerschelde 61 Mm³ ruimer geworden (gegevens zandbalans Directie Zeeland) en is het plaatvolume 36 Mm³ toegenomen (Mol, 1997). Door zandwinning en vaargeul verruiming zijn de geulen ruimer geworden. Een deel van het sediment is uit het systeem verwijderd en een deel is opgeslagen in de platen. Dit laatste deel is het restant van het overschot van de verruiming van 1970-1975. Door de zandwinning nog ca. 10 jaar voort te zetten, wordt dit overschot weggewerkt. Pas als dit overschot is weggewerkt zullen zandtekorten ontstaan, die door import aangevuld moeten worden.

Door de meest recente verruiming zal het overschot toenemen met ca. 80 Mm³, waardoor de mogelijkheid voor zandwinning met enkele decennia wordt verlengd. De hoeveelheid sediment die vrij komt bij een vaargeul verruiming kan ook in het systeem bewaard worden voor de toekomst door het terug te storten. Hierdoor ontstaan overschotsgebieden in de buurt van de stortlocaties waardoor de baggeromvang toeneemt. Door het overschot aan sediment uit het systeem te verwijderen nemen de overschotsgebieden en de baggeromvang af. Hierbij moet gerealiseerd worden dat het systeem zand verliest dat in de toekomst wellicht nodig kan zijn. Omdat nu nog niet bekend is welke ingrepen op lange termijn in het estuarium zullen plaatsvinden en hoe de zeespiegel zal stijgen is het niet aan te bevelen het overschot in een paar jaar weg te

werken. Door het overschot met kleine hoeveelheden weg te werken kan de zandwinning worden stopgezet indien de omstandigheden wijzigen, door meer kennis van de processen of meer inzicht in toekomstige ingrepen. Hierdoor worden eventuele zandtekorten in de toekomst kleiner of voorkomen waardoor een kleiner risico genomen wordt.

Middellange termijn

Op middellange termijn zal bij voortzetting van het huidige beleid het zandoverschot in het oostelijke deel zijn weggewerkt. Bij continuering van het huidige stortbeleid, zullen in het midden en westen waarschijnlijk sediment overschotten ontstaan. De grootte hiervan is afhankelijk van de omvang van de retourstroom van zand en de export naar het mondingsgebied. Dit hoeft niet tot problemen te leiden als tussentijds de aanwezige mogelijkheden tot bijsturen worden benut: de locatiekeuze voor zandonttrekkingen en voor stortingen van baggerspecie.

Ook voor het beleid op middellange termijn is een integraal sedimentbeheer essentieel, om de verdeling van het sediment in de Westerschelde te sturen. De regelgeving voor vaarwegonderhoud en zandwinning moet hierop zijn afgestemd. Over de omvang van de zandwinning op middellange termijn kan op dit moment nog geen uitspraak gedaan worden omdat de onzekerheden nog te groot zijn.

Lange termijn

Op lange termijn zal bij voortzetting van de zandwinning van 2-2,5 Mm³/j, ruim 200 Mm³ sediment uit het systeem verwijderd worden. Dit is veel meer dan het huidige overschot plus het overschot dat ontstaat door de huidige verruiming. Indien dit tekort niet gecompenseerd wordt door import vanuit de monding zal in de Westerschelde een zandvraag ontstaan. De platen en slikken zullen dan het gevraagde sediment moeten leveren. Op dit moment is niet aan te geven of het tekort gecompenseerd zal worden vanuit de monding, of dat de platen het sediment (tijdelijk) zullen leveren. Met de locatiekeuze voor zandonttrekkingen en -stortingen is ook op deze termijn nog veel bij te sturen.

Theoretisch is het mogelijk dat de zandwinning gelijkmatig (een even dikke laag van zowel de platen als de geulen) over het hele estuarium verdeeld wordt, waardoor een vergelijkbare situatie ontstaat als bij zeespiegelstijging en het gehele estuarium verruimd wordt. Hierdoor is minder sediment nodig in het systeem. Praktisch lijkt het onuitvoerbaar om de zandwinning gelijkmatig te verdelen over de platen en de geulen.

4.2 Een volgende verruiming van de vaarweg

Bij een volgende verruiming van de vaarweg wordt het systeem ruimer waardoor het zandoverschot groter wordt.

Op korte termijn wordt geen vaargeul verruiming voorzien. Voortzetting van het huidige zandwinbeleid zal dezelfde effecten hebben als hierboven beschreven. Zonder verdere verruiming zal op middellange termijn het zand overschot waarschijnlijk zijn weggewerkt. Echter door een vaargeulverruiming neemt het overschot toe. Bij het overschot dat ontstaat door een volgende vaargeulverruiming moet dezelfde afweging gemaakt worden als bij het overschot dat bij de 48'/43' verruiming ontstaat. Sediment in het systeem bergen levert overschotsgebieden op waardoor plaatcomplexen minder dynamisch worden en de baggerinspanning toe neemt. Het sediment uit het systeem verwijderen is een risico omdat het zand in de toekomst wellicht nodig is.

De grootte van het overschot dat zal ontstaan hangt af van de verruiming die wordt uitgevoerd, hoe groter de verruiming, hoe groter het overschot dat ontstaat.

4.3 Stoppen met onderhoud vaargeul

Door te stoppen met vaargeulonderhoud worden de drempels niet meer op diepte gehouden waardoor deze zullen aanzanden en het debiet zal afnemen. De tussenliggende geuldelen zullen door het kleiner debiet ook gaan aanzanden. Hierdoor ontstaat een sedimentvraag in het systeem. De sedimentvraag zal minder groot zijn dan opgetreden verruiming van het systeem omdat de debieten ten opzicht van de situatie voor verruiming groter zullen zijn.

Ook voor dit alternatief geldt dat op de korte termijn waarschijnlijk niet gestopt zal worden met het onderhoud van de vaargeul. Hoe eerder de zandwinning wordt stopgezet, hoe kleiner de tekort op lange termijn zullen zijn als gestopt wordt met het onderhoud van de vaargeul. Net als bij het vorige alternatief geldt ook hiervoor dat een afweging gemaakt moet worden tussen het bergen van het sedimentoverschot in het systeem uit voorzorg voor toekomstige ontwikkelingen en het verwijderen van het overschot om meer dynamiek in het systeem te creëren en de baggeromvang te verminderen. Tegen de tijd dat het stoppen van vaargeulonderhoud wordt overwogen, is het verstandig de zandwinning te stoppen.

4.4 Samenvatting

Het uitgangspunt dat zandonttrekking aan de Westerschelde slechts kan worden toegestaan voor zover dat wordt gecompenseerd door import vanuit de monding verdient heroverweging. Bij het bepalen van het zandwinbeleid in de Westerschelde is het beter om uit te gaan van een morfologische evenwichtssituatie die hoort bij een bepaald beheer- en getijregime dan uit te gaan van een bepaald zandbudget in het systeem.

Bij het vaststellen van het zandwinbeleid moet een afweging gemaakt worden tussen de effecten op korte termijn en de effecten op lange termijn. Door de zandwinning te continueren wordt het overschot op korte termijn weggewerkt. Op lange termijn bestaat echter het risico dat er een tekort aan sediment ontstaat. Er zal een afweging gemaakt moeten worden enerzijds het wegwerken van het sedimentoverschot op korte termijn door middel van zandwinning met het risico van een tekort op lange termijn en anderzijds uit voorzorg de zandwinning stoppen waardoor op korte termijn de dynamiek minder hersteld wordt maar het risico op een tekort aan sediment op lange termijn kleiner is. De risico's zijn in grote mate afhankelijk van de zandwinhoeveelheid, hoe groter de hoeveelheden hoe groter het risico.

Geadviseerd wordt het huidige zandwinbeleid (jaarlijkse hoeveelheden van 2-2,5 Mm³) te continueren en vast te stellen voor een periode van 10 jaar en dit na 5 jaar te evalueren aan de hand van de nieuwe inzichten in kennis en beleid. Indien uit die toetsing blijkt dat de zandwinning op termijn geen schadelijke gevolgen heeft, kan het beleid worden voortgezet. Indien blijkt dat lokaal negatieve effecten optreden, verdient het aanbeveling de winlocaties aan te passen. Mocht uit de evaluatie blijken dat de zandwinning schadelijk is voor het systeem, dan kan de zandwinning na 10 jaar worden stopgezet. Het tekort dat hierdoor ontstaat is beheersbaar en zal niet tot onherstelbare schade leiden.

5. Aanbevelingen

Speerpunt voor een verantwoord sedimentbeheer is integratie van beleid ten aanzien van zandwinning en van vaargeulonderhoud. De regelgeving zal gericht moeten zijn op flexibiliteit in het bijsturen van de zandverdeling.

Onzekerheden over de toekomstige ontwikkelingen worden veroorzaakt door een gebrek aan inzicht in het toekomstige beleid en door een gebrek aan kennis. Onzekerheden voortkomend uit een gebrek aan inzicht in het toekomstig beleid kunnen verkleind worden door het vaststellen van een toekomst visie. In het kader van het project lange termijn visie Schelde estuaria wordt hier aan gewerkt. Om onzekerheden van de tweede categorie te verkleinen zijn specifieke kennis vergrotende studies nodig:

- Een belangrijke morfologische onzekerheid betreft de ontwikkeling van het mondingsgebied onder invloed van veranderende hydraulische randvoorwaarden en menselijke ingrepen, alsmede de interactie met de aangrenzende gebieden Westerschelde, Voordelta en Vlaamse Banken. Fungeert de monding als sedimentbuffer en zoja, kan deze functie in de toekomst behouden blijven? In het onderzoeksprogramma KUST*2005 is dit opgenomen als het belangrijkste Zeeuwse onderwerp.
- Het is zinvol om de huidige kennis over het functioneren en bestaan van nevengeulen te operationaliseren. Dit levert sturing op voor de speciestoringen en vermindert de onzekerheid over de natuurlijkheid. In het project Zeekennis wordt hier aandacht aan besteed.
- Nader onderzoek is gewenst naar de systeemkenmerken en ecologisch gevoelige gebieden zoals platen en ondiepwater gebieden die bepalend zijn voor het voortbestaan van een goed functionerend estuarium.

Onzekerheden over toekomstige ontwikkelingen hoeft geen probleem te zijn als een signaleringssysteem wordt gebruikt. Het ontstaan van bijvoorbeeld voor de scheepvaart hinderlijke dwarsgeultjes door meer dynamiek in het oostelijk deel kunnen, indien tijdig gesignaleerd, door speciestoringen tegengegaan worden.

Referenties

Brainstorm ontwikkeling Schelde-estuarium t.b.v. Lange Termijn Visie (LTVS)
17 en 18 november 1999.

Dekker, 1994.

Verdieping westerschelde: Getijberekeningen Scaldis100. Rapport AX 94.042 en
aanvullende memo d.d. 16 -10-1995. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Directie
Zeeland.

Dunsbergen, D. en A. de Gelder, 1998.

Lange termijn gedrag westerscheldemonnd: workshops 21/04/97 en 09/01/98.
Werkdocument RIKZ/OS-98.107x. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijksinstituut
voor Kust en Zee/RIKZ.

Helvert, M van, 1999.

Verslag van overige sommen ESTMORF. Memo. In concept.

Milieu Aspecten Studie, 1998.

Baggerspeciestort; 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 en G.M. Krijger, 1997.

De toestand van de Westerschelde aan het begin van de verdieping 48'/43': beschrijving
van trends in de fysische, biologische en chemische toestand. Rapport RIKZ-97.049.
ISBN 90-369-3412-5. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijksinstituut voor Kust en
Zee/RIKZ.

Mol, G., 1999.

De fysische toestand van de Westerschelde 1998; kort na de verdieping 48'/43'.
Werkdocument RIKZ/AB-99.826x. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijksinstituut
voor Kust en Zee/RIKZ.

Roelse, P., 1997.

Effecten zandwinning in de Westerschelde. Werkdocument RIKZ/AB-97.822x. Ministerie
van Verkeer en Waterstaat. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ.

Svasek, 1998.

Lange termijn gedrag Westerschelde; definitiestudie zeespiegelrijzing. Rapport
98101/1044.

Svasek, 1999.

Zandwinning Westerschelde. studierapport 999472/1137 d.d. 26-10-1999.

Vroon, J., Storm, C. en Coosen, J., 1997

Westerschelde, stram of struis. Rapport RIKZ-97.023. Ministerie van Verkeer en
Waterstaat. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ.

Wang, Z.B., 1997

ASMITA Westerschelde. Een gedragsgeoriënteerd model. Morfologische interactie Westerschelde estuarium en het mondingsgebied. Rapport Z2253. Waterloopkundig Laboratorium Delft.

Wang, Z.B., P.M.C. Thoolen en R.J. Fokkink, 1997.

Studie naar de morfologische effecten van storten en baggeren in de Westerschelde; ten behoeve van MER storten gebaggerd materiaal. Rapport Z2310. Waterloopkundig Laboratorium Delft.

Bijlage 1: Interactie morfologie en waterbeweging

De waterbeweging reageert onmiddellijk op ingrepen in de bodemtopografie. Op korte termijn zullen de effecten van deze initiële reactie domineren boven de latere effecten van het uitdempen (opvullen) van de ingreep. Met behulp van het stromingsmodel SCALWEST is het effect van zandonttrekkingen op de waterbeweging berekend (Svasek, 1999). Uitgaande van de evenwichtsrelaties tussen debiet en geuldoorsnede zijn de waterbewegingsveranderingen 1:1 doorvertaald in potentiële uitruiming of aanzanding van de geulen.

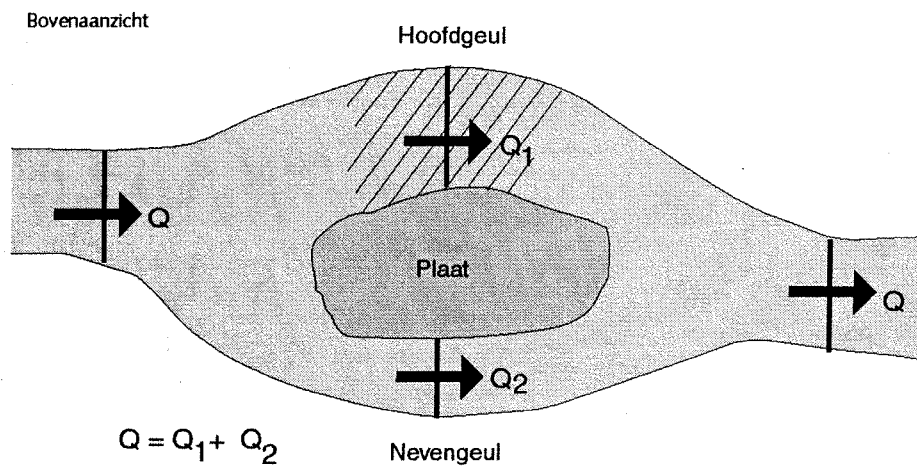
Er van uitgaande dat geen zand wordt gewonnen in de platengebieden zijn één voor één een zestal geulen verruimd met 10 Mm³.

Verruiming betekent weerstandsvermindering. Dit geeft grotere en snellere getijdoordringing. De getijslag neemt toe, de hoogwaters worden hoger, de laagwaters lager en de komberging neemt toe. Dit laatste vraagt meer debiet.

In het riviergedeelte waar de zandwinning heeft plaatsgevonden geeft de verruiming lagere stroomsnelheden, zowel in de verdiepte geul als in de naastliggende geul. In de geulen stroomop- en stroomafwaarts nemen de stroomsnelheden toe als gevolg van het grotere debiet. De morfologische reactie is lokaal: aanzanding van de "put" en erosie van de aansluitende geulen. Ook in de naastliggende geul zal enige aanzanding optreden. In figuur B.1. is voor de macro-schaal de interactie tussen de waterbeweging en de morfologie schematisch weergegeven.

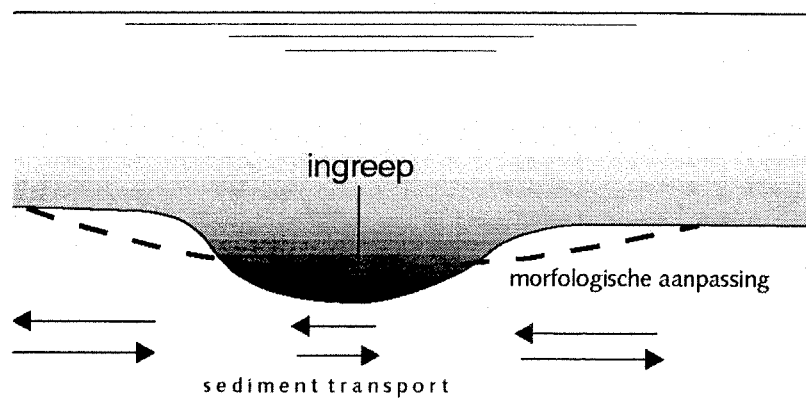
De toename van het debiet en de hiervoor benodigde ruimere geulen betekenen dat een deel van de onttrekking niet hoeft te worden opgevuld. Met andere woorden: de sedimentvraag als gevolg van het onttrekken is kleiner dan de onttrekking. De berekende initiële "winst" zal gedeeltelijk weer verloren gaan als de plaathoogte zich aanpast aan de hogere hoogwaters. De komberging en dus het debiet worden dan weer kleiner. Toch zal -met name op korte termijn- de zandvraag van het estuarium ten gevolge van zandwinning aanzienlijk kleiner zijn dan de gewonnen hoeveelheid. Figuur B.2. geeft aan de hand van de evenwichtsrelatie op de mega/macro-schaal het initiële effect en de morfologische reactie.

De diverse onderzochte locaties leren dat zandwinning in de hoofdgeul het meeste effect op de waterbeweging heeft. Winning in het oostelijke deel van de Westerschelde heeft hierbij meer effect dan winning in het westelijke deel, met name door het relatief grote overstromingsgebied op hoogwaterniveau (o.a. Land van Saaftinge).



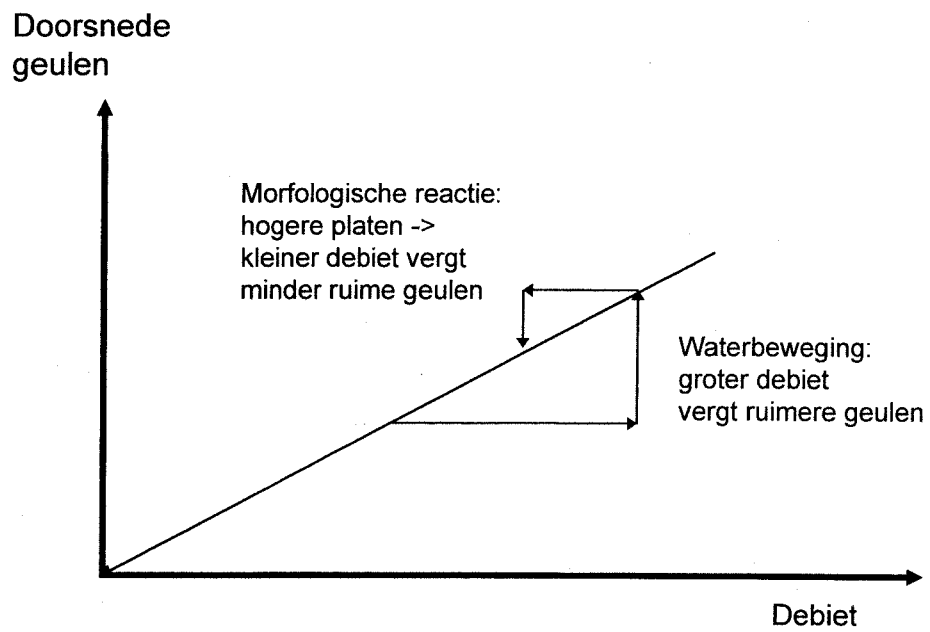
Door verruimen hoofdgeul wordt het debiet door die geul groter en neemt het debiet door de nevengeul af.

Zij aanzicht hoofdgeul



Door geul verruiming wordt het sedimenttransport groter
door "kuil" neemt stroomsnelheid af en wordt sediment transport kleiner

Figuur B.1: Morfologische reactie door verruimen hoofdgeul



Figuur B.2: Effect geulverruiming