

# **Basisdocument werkconferentie Helder over Slib**

Luca van Duren  
Bert van der Valk

1203042-000



**Titel**

Basisdocument werkconferentie Helder over Slib

**Opdrachtgever**

Rijkswaterstaat Waterdienst

**Project**

1203042-000

**Pagina's**

27

**Trefwoorden**

Waddenzee, slibdynamiek, RWS werkconferentie

**Samenvatting**

Dit basisdocument vervult een verbindende rol op de werkconferentie Helder over slib (10 juni 2010), Het verbindt vragen die bij beheerders en gebruikers leven met kennis die momenteel beschikbaar is, of beschikbaar komt. Daaruit vloeien de belangrijkste kennislacunes voort over de slibhuishouding van de Waddenzee. Deze notitie heeft betrekking op alle Nederlandse kombergingsgebieden, behalve het Eems-Dollard gebied.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	mei. 2010	Luca van Duren		Bas van Maren			
		Bert van der Valk					

**Status**

voorlopig

Dit document is een voorlopig rapport en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Achtergrond</b>	<b>1</b>
1.1	Gebiedsfuncties en beheer van de Waddenzee	1
1.2	Helderheid Waddenzee	1
1.3	Beleidskaders	1
1.3.1	Kaderrichtlijn Water (KRW)	1
1.3.2	Programma "Naar een Rijke Waddenzee"	2
1.3.3	Deltaprogramma	3
1.3.4	Natura 2000 beheerplannen	3
<b>2</b>	<b>Verantwoordelijkheden en vragen</b>	<b>3</b>
2.1	Belanghebbenden	3
2.2	Vragen van gebruikers van het gebied	4
<b>3</b>	<b>Lacunes in systeemkennis</b>	<b>4</b>
3.1	Kennisagenda Waddenacademie	4
3.1.1	Geowetenschappen:	4
3.1.2	Ecologie:	5
3.2	Oorzaak en gevolg	5
3.3	Natuurlijke processen en menselijke ingrepen	6
3.4	Belangrijkste gevolg van kennislacunes voor beleid	6
<b>4</b>	<b>Wat weten we?</b>	<b>7</b>
4.1	Relatief belang van verschillende ingrepen	7
4.2	Relatie tussen slib en ecologie	9
<b>5</b>	<b>Wat loopt er?</b>	<b>11</b>
5.1	Fundamenteel onderzoek	11
5.2	Toegepast onderzoek	11
5.3	Onderzoek geïnitieerd vanuit het bedrijfsleven	12
5.4	Waddenfondsprojecten	12
<b>6</b>	<b>Wat moet er gebeuren?</b>	<b>12</b>
6.1	Integrale aanpak	12
6.2	Aanzet voor werkconferentie 'Helder over Slib'	13
<b>7</b>	<b>Literatuur</b>	<b>13</b>
<b>A</b>	<b>Bijlage 1</b>	<b>15</b>
<b>B</b>	<b>Bijlage 2</b>	<b>18</b>
<b>C</b>	<b>Bijlage 3</b>	<b>19</b>
<b>D</b>	<b>Bijlage 4</b>	<b>20</b>
<b>E</b>	<b>Bijlage 5</b>	<b>22</b>



# 1 Achtergrond

## 1.1 Gebiedsfuncties en beheer van de Waddenzee

In juni 2009 kreeg de Waddenzee een plek op de Werelderfgoedlijst van Unesco vanwege haar natuurwaarden, die op Wereldschaal uniek zijn. Een dergelijk predicaat verstrekt Unesco alleen als een gebied voldoende bescherming geniet. De Waddenzee is dan ook omgeven door vele beleidskaders en beschermingsregimes, waarvan de belangrijkste in paragraaf 1.3 zijn opgenomen. De primaire systeemfunctie is “natuur”. Gebruik en exploitatie van het gebied door mensen kan, maar mag geen negatieve impact hebben op de natuurwaarden.

Dit document heeft betrekking op de antropogene invloed op de slibhuishouding van de Waddenzee. Specifiek staat de kennis hierover centraal. Ingegaan wordt op vragen van gebruikers en beheerders, kennis om antwoorden te geven op deze vragen en welk type kennis ontbreekt voor een beter beheer. Deze notitie laat het Eems-Dollard gebied buiten beschouwing.

## 1.2 Helderheid Waddenzee

De Waddenzee is van nature een systeem met veel slib en zwevend materiaal. Door stroming en golfwerking wordt veel van dit materiaal in de waterkolom gebracht. De variatie in slib concentratie is groot; de range van jaargemiddelde waarden is 25-150 mg/l (Sips & de Leeuw 2009). Er zijn aanwijzingen dat in het verleden (vóór 1930) het systeem helderder geweest moet zijn. Er bestaan echter geen goede meetseries van slib in de waterkolom of van doorzicht die dit kunnen bewijzen.

Eén van de aanwijzingen dat de slibhuishouding in het westelijk deel van de Waddenzee anders was, is het feit dat de aanleg van de Afsluitdijk er voor gezorgd heeft dat de stroomsnelheden en golfexpositie in het kombergingsgebied van het Marsdiep is toegenomen. Dit zou het opnieuw opnemen van slib van de bodem bevorderen en uitzinken van materiaal vanuit de waterkolom tegengaan.

Beperkter doorzicht is een factor die de groei van algen en zeegras remt. Voor ca. 1930 kwam er in de Westelijke Waddenzee op grote schaal groot, sublitoraal zeegras (*Zostera marina*) voor. Dit zeegras heeft vrij veel licht nodig om te kunnen groeien. Samen met bovengenoemde toename van de golfexpositie en getijslag wordt dit door de meeste onderzoekers gezien als argument dat de Westelijke Waddenzee vroeger helderder geweest moet zijn (Sips & de Leeuw, 2009). Veel van de mechanismen die worden verondersteld moeten nodig bevestigd of ontkracht worden. Zonder uitwerking van deze hypothesen heeft het erg weinig zin om maatregelen die de helderheid van de Waddenzee zouden kunnen bevorderen, om te vormen tot maatregelen die in de praktijk geldig zullen blijken.

## 1.3 Beleidskaders

### 1.3.1 Kaderrichtlijn Water (KRW)

Deze werkconferentie is primair georganiseerd in het kader van de KRW maatregelen die genomen moeten worden. De Kaderrichtlijn Water beoogt in 2015 een goede waterkwaliteit te bereiken in alle Europese wateren. Het Waddenzeegebied behoort in de Kaderrichtlijn Water tot twee internationale stroomgebieden: de Rijn en de Eems. Daarbinnen worden de deelstroomgebieden Rijn-Noord en Eems-Dollard onderscheiden.

De KRW heeft ecologische en chemische doelstellingen. In het 'Programma Rijkswateren' (Rijkswaterstaat 2009b) behorend bij het Beheer en ontwikkelplan (Rijkswaterstaat 2009a) staan voor de Waddenzee doelstellingen geformuleerd. Voor de ecologische doelstelling voor de Waddenzee zijn maatlatten gemaakt voor drie kwaliteitselementen: 'waterplanten' (bijv. Zeegras), 'algen' en 'bodemdieren' (bijv. Mosselen). Voor dit watersysteem is er vooral de opgave het leefgebied voor waterplanten en bodemdieren te vergroten en de kwaliteit ervan te verbeteren. Voor het watersysteem Waddenzee is vis geen kwaliteitselement. Rijkswaterstaat draagt wel financieel bij aan de realisatie van voorzieningen voor vispassage.

Rijkswaterstaat voert in de planperiode verkenningen uit naar de slibhuishouding en mogelijkheden om de achteruitgang van het areaal en de kwaliteit van de kwelders tegen te gaan (Rijkswaterstaat 2009a). Voor slib in de bodem of in de waterkolom zijn geen doelstellingen omschreven in de KRW, zoals wel geldt voor bijvoorbeeld chemische stoffen of nutriënten. Echter, wanneer te veel of te weinig slib (hetzij in de waterkolom, hetzij in de bodem) een probleem oplevert voor soorten die daar van nature voor moeten kunnen komen, dan moeten er ook voor de slibhuishouding maatregelen genomen worden, mits realistisch, haalbaar en betaalbaar. In de maatregelen voor de Waddenzee wordt vernoemd dat er onderzoek moet plaatsvinden naar slibhuishouding en specifiek wordt genoemd dat er onderzoek moet plaatsvinden naar de effecten van de zandsuppleties op de natuurwaarden van de Waddenzee (Rijkswaterstaat 2009b). Voor slib moet dus nog vastgesteld worden wat in de Waddenzee een "goede" slibconcentratie in het water en de bodem is, voor dat er überhaupt aan maatregelen gewerkt kan worden.

### 1.3.2 Programma "Naar een Rijke Waddenzee"

Begin 2009 heeft Minister Verburg de opdracht gegeven voor het opstellen van een meerjarig programma 'Naar een rijke Waddenzee'. Directe aanleiding is het convenant 'Transitie mosselsector en natuurherstel Waddenzee' dat in het najaar van 2008 door de overheid, de mosselsector en verschillende natuurorganisaties is ondertekend. Naast natuurherstel zet dit convenant in op duurzame alternatieven voor de bodemberoerende mosselzadvisserij. De bijdrage van Rijkswaterstaat aan het Programma Rijke Waddenzee is gericht op het realiseren van de KRW- en Natura 2000-doelstellingen.

Het programma 'Naar een rijke Waddenzee' is opgehangen aan een streefbeeld. Niet als vaststaand einddoel, wel als richting waarlangs we de ontwikkeltrajecten voor natuurherstel willen vormgeven. Een streefbeeld ook dat, afhankelijk van de leerervaringen van maatregelen, waar nodig aangepast kan worden.

Een belangrijke doelstelling van het Rijke Waddenzee plan is: "Er is schoon en helder (genoeg) water". Uit de bouwstenen "Wadbodem en Waterkolom" (Sips & de Leeuw 2009) en Biobouwers in de Waddenzee (van Duren & de Jong 2009) blijkt dat het vaststellen van wat de term "helder genoeg" zou moeten inhouden, erg moeilijk is vast te stellen.

Het programma gaat er nu van uit dat een grotere helderheid van het systeem wenselijk is. Ofschoon we onvoldoende van het systeem begrijpen om alle gevolgen van maatregelen goed te doorgronden, kunnen we leren door te experimenteren met maatregelen die kansrijk lijken en de gevolgen goed te monitoren. Uiteindelijk is 'niets doen' ook een maatregel. Niet alles weten is geen excuus om:

- alles maar toe te laten omdat je niet kunt aantonen dat er schade aan de natuur is,
- alle activiteiten maar uit voorzorg te verbieden omdat je niet kunt aantonen dat er géén schade aan de natuur is.



Als 'iets doen' of juist 'iets verbieden' op basis van de huidige kennis beter lijkt dan doorgaan met wat we nu doen, dan is het raadzaam om hier behoedzaam mee aan de slag te gaan en te leren van de gevolgen.

### 1.3.3 Deltaprogramma

Om Nederland voor volgende generaties veilig en leefbaar te houden en de kansen die water biedt optimaal te benutten, wordt er volop gewerkt aan het Deltaprogramma. De ministeries van Verkeer en Waterstaat (VenW), Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) zijn trekker.

Het Deltaprogramma bestaat uit een reeks concrete projecten. Die projecten moeten ervoor zorgen dat ons land wordt behoed voor overstroming(en). Daarnaast moeten ze de zoetwatervoorziening veiligstellen. De Deltawet vormt de wettelijke basis voor dit programma. Een eerste deltaprogramma verschijnt komende Prinsjesdag (september). LNV trekt de deelprogramma's Waddengebied en Zuidwestelijke Delta. Maatregelen zoals kustsuppleties en dijk aanpassingen kunnen ook effecten hebben op de slibhuishouding. Als blijkt dat bepaalde activiteiten een negatief effect hebben op bijvoorbeeld helderheid, en deze bv. de doelstellingen van de KRW in gevaar brengen, moet worden nagedacht over methoden om deze negatieve effecten te beperken.

### 1.3.4 Natura 2000 beheerplannen

Activiteiten in en rondom Natura 2000-gebieden (visserij, landbouw, recreatie, waterbeheer of zelfs het huidige natuurbeheer) die mogelijk negatieve effecten op de natuur (doelen) hebben, in het beheerplan hieraan getoetst. Zo mogelijk wordt dit gebruik vervolgens geregeld in het beheerplan. De provincie of het rijk is in principe verantwoordelijk voor het opstellen van beheerplannen. Het Rijk (LNV, V&W of Defensie) stelt beheerplannen op voor Natura 2000-gebieden die worden beheerd door het Rijk (of onder verantwoordelijkheid vallen van het Rijk). Hierbij horen ook de Waddenzee en de Noordzeekustzone (V&W) en de duingebieden van Texel, Vlieland, Terschelling en Ameland (LNV). De provincie stelt beheerplannen op voor Natura 2000 gebieden die worden beheerd door particuliere eigenaren (de duinen van Schiermonnikoog). Een beheerplan moet worden vastgesteld binnen drie jaar nadat een gebied als Natura 2000-gebied is aangewezen. Het wordt voor maximaal zes jaar vastgesteld, daarna volgt een nieuw plan. Beheerplannen worden opgesteld in nauw overleg met eigenaren, gebruikers en andere betrokken overheden, met name gemeenten, waterschappen en provincies.

## 2 Verantwoordelijkheden en vragen

### 2.1 Belanghebbenden

In de Waddenzee zijn verschillende betrokkenen, beheerders en gebruikers van het systeem die allemaal een belang hebben bij bepaalde functies van het systeem. In bijlage 1 is een tabel weergegeven met een aantal van de verschillende categorieën, de bijbehorende taken en verantwoordelijkheden en de problemen die deze stakeholders hebben die direct of indirect gerelateerd zijn aan het onderwerp 'slibhuishouding'.

De tabel in bijlage 1 geeft een (relatief beperkt) overzicht van de verschillende categorieën stakeholders in het Waddengebied met hun verschillende taken en verantwoordelijkheden met een link naar slibdynamiek. De tabel lijkt redelijk overzichtelijk, maar geeft een aantal belangrijke kruisverbanden niet weer. Om te beginnen zitten er dubbelingen in de categorieën

van stakeholders: bv. bij de groeperingen die zijn aangesloten bij de coalitie "Wadden Natuurlijk" zitten ook een aantal terreinbeheerders (bv. Staatsbosbeheer, It Fryske Gea, Natuurmonumenten). De programmabureaus worden veelal aangestuurd door één of meerdere ministeries. Daarbovenop is er een enorme verstrengeling en overlap in de bevoegdheden en wettelijke taken die te maken hebben met de Waddenzee. Op de site van de waddenacademie wordt een aardig overzicht gegeven van de "bestuurlijke spaghetti" rond de Wadden ([http://www.waddenacademie.knaw.nl/Nieuws\\_bericht.19+M5637f82c569.0.html](http://www.waddenacademie.knaw.nl/Nieuws_bericht.19+M5637f82c569.0.html)). In sectie A2 in bijlage 1 staat een verkorte weergave daarvan.

## 2.2 Vragen van gebruikers van het gebied

In de aanloop van de werkconferentie consulteerde Rijkswaterstaat verschillende gebruikers naar hun vragen en problemen die gerelateerd zijn aan slib te vinden op: <http://www.helderoverslib.nl/bestand/samenvattingvragen.pdf>.

De stakeholders die hierboven staan beschreven hebben vragen op allerlei vlakken en ook vragen die op zeer verschillende tijd- en ruimteschalen betrekking hebben. Sommige vragen hebben betrekking op de Waddenzee als geheel, zoals:

- Is de Waddenzee troebeler geworden?
- Verslibt de Waddenzee of verzandt ze?

Andere vragen hebben vooral betrekking op beheer en effecten op lokale schaal

- Wat zijn de effecten van de afsluitingen (Afsluitdijk en Lauwersdijk)?
- Wat is de invloed van bodemberoerende visserij, schelpenwinning en andere vormen van gebruik?
- Hoe is de wisselwerking tussen slibhuishouding en kweldervorming?
- Wat is de invloed van baggeractiviteiten op de slibhuishouding?

Daarnaast zijn er vragen die betrekking hebben op de doorvertaling van andere effecten op de slibhuishouding:

- Kun je de slibhuishouding verbeteren door aanpassen van de havenkom?
- Kun je de slibhuishouding verbeteren door aanpassen de havenhoofden?

Ten slotte zijn er vragen die betrekking hebben op de doorvertaling van de effecten van slib op ecologie en andersom. Zoals bv.:

- Zorgen Japanse oesters ook voor diepere geulen en rustiger water op de platen (bijdrage aan slibinvang)?
- Kunnen kokkelbestanden en zeepieren afsterven door te baggeren met de vloed?

Een aantal van deze vragen kunnen al beantwoord worden aan de hand van studies die Rijkswaterstaat zelf of door derden heeft laten uitvoeren. Een inventarisatie van de kennis die bij RWS aanwezig is, is te vinden op <http://www.helderoverslib/bestand/inventakennisrws.pdf> en kennis vanuit de bouwsteen "Wadbodem en Waterkolom" (Sips & de Leeuw, 2009).

Voor al deze vragen is een zekere hoeveelheid systeem- en proceskennis nodig, maar de kennisbehoefte kan per vraag sterk verschillen.

## 3 Lacunes in systeemkennis

### 3.1 Kennisagenda Waddenacademie

#### 3.1.1 Geowetenschappen:

In het onderdeel "Geowetenschappen" van de kennisagenda van de Waddenacademie is aangegeven dat er te weinig systeemkennis aanwezig is over:

- Detaillering van de sedimentbalans voor zand en slib
- Kwantificering van processen op tijdschalen die de mens kan beïnvloeden en de interactie van deze veranderingen in de Waddenzee
- De invloed van biologische processen op bodemeigenschappen en vice-versa
- Effecten van klimaatverandering op de morfodynamiek van de Waddenzee

In dit hoofdstuk van de kennisagenda wordt aangegeven dat er hoognodig gewerkt moet worden aan een consistent modelinstrumentarium. Randvoorwaarden hiervoor zijn:

- Consistente monitoring van basisgegevens van het systeem gekoppeld aan modellering
- Betere beschikbaarheid en toegankelijkheid van geowetenschappelijke data, informatie en kennis

### 3.1.2 Ecologie:

In het onderdeel "Ecologie" van de kennisagenda van de Waddenacademie zijn de volgende kennislacunes geïdentificeerd:

- Beter begrip van interactie organismen en fysische processen, met name wat betreft de dynamiek van slib in het systeem
- Beter begrip van biologische interacties, met name zelfversterkende processen
- Er is behoefte aan vergelijkend onderzoek met andere wadsystemen om mechanismen van top-down regulatie kritisch te onderzoeken en verschillende types management te vergelijken.

Belangrijke raakpunten met anderen disciplines zijn:

- Biogeomorfologische processen en hun integratie in de modellering van slib, zand en geomorfologie, zowel op het droge als op het natte wad

Infrastructurele randvoorwaarden om dit te bereiken zijn:

- Consistente monitoring van basisgegevens van het ecosysteem gekoppeld aan modellering
- Integratie van geomorfologisch en ecologisch onderzoek, monitoring en modellering

## 3.2 Oorzaak en gevolg

Er wordt veel gespeculeerd over de oorzaken en gevolgen van de mogelijke vertroebeling van het systeem. Het is bekend dat op relatief kleine schaal, niet alleen zeegras, maar ook matten van kiezelwieren (diatomeeën), filtrerende bodemdieren (mossel- en oesterbanken, velden met kokerwormen) slib kunnen invangen en vasthouden. Er is dan ook gespeculeerd dat het verdwijnen van het Groot Zeegras (*Zostera marina*) in de westelijke Waddenzee (waarschijnlijk in eerste instantie een gevolg van het uitbreken van een ziekte) een belangrijke oorzaak is van de vertroebeling. Het zou een belangrijke systeemverandering hebben veroorzaakt die er nu voor zorgt dat het zeegras ook niet terug kan komen. Echter, gezien de grote morfologische veranderingen in het gebied, o.m. ten gevolge van het bouwen van de afsluitdijk zijn oorzaak en gevolg vrijwel niet te scheiden. Ook andere menselijke activiteiten in de Waddenzee kunnen direct of indirect een effect hebben op het doorzicht. Directe bodemberoering door (garnalen)vistuigen of baggerwerkzaamheden hebben waarschijnlijk slechts een kortdurend, en daarmee een relatief beperkt effect op doorzicht, omdat de pluimen op systeem schaal klein in omvang zijn en relatief snel uitzinken (Dellapenna et al. 2006). Echter, indien bodemflora en fauna inderdaad een grootschalig effect heeft op helderheid in de Waddenzee, en het regelmatig "aanvegen" van de bodem tot

gevolg heeft dat bepaalde biogene structuren beschadigd worden of zich niet kunnen ontwikkelen, dan kan het indirecte effect (veel) groter zijn. Zowel de frequentie als het totale oppervlak dat onder invloed van bodemberoering staat, is bepalend voor de mate van invloed op de slibhuishouding.

Een factor die vrijwel zeker meespeelt en ook op dit moment nog veranderingen met zich meebrengt is de afsluiting van de Zuiderzee. De toename van de getijslag en golfwerking, het wegvallen van de enorme slibvang van de Zuiderzee en de afname van het totale overstroombare gebied zullen nog steeds doorwerken.

Ook is de Waddenzee over een periode van 100 – 150 jaar steeds minder zout geworden. De vergroting van de contactzone tussen zoet en zout zal ook op de slibhuishouding door kunnen werken, maar de exacte effecten zijn op dit moment moeilijk in te schatten. Daarnaast is het ook slecht bekend in hoeverre processen buiten de Waddenzee een al dan niet grote invloed hebben op de sedimentdynamiek binnen in de Waddenzee. De Waddenzee bestaat uit een tiental kombergingsgebieden die min of meer als autonome eenheden functioneren. Bruto lateraal transport over de wantijen heen is relatief beperkt, in vergelijking met de volumes die elk getij door de zeegaten stromen, maar de netto fluxen over de wantijen zijn niet te verwaarlozen. Hoe de import - export balans er uit ziet voor de verschillende kombergingen is nog niet goed bekend. Hierdoor is moeilijk te evalueren in welke mate doorzicht in de Waddenzee wordt bepaald door processen die in de Waddenzee zelf plaatsvinden, of juist voor een belangrijk deel wordt bepaald door wat er van buiten naar binnen wordt getransporteerd. Een aantal experts vermoedt dat een groot deel van het slib intern opgewerveld wordt en weer tot afzetting wordt gebracht. Volgens Albert Oost gaat dat om een bruto hoeveelheid die tot een ordegrrootte hoger ligt dan de hoeveelheid die bruto wordt uitgewisseld met de Noordzee. Zijn belangrijkste conclusie op grond van deze data is dat het erg waarschijnlijk is dat de belangrijkste factoren die het slibgehalte in de waterkolom bepalen, intern binnen de Waddenzee spelen (m.u.v. de Eems, maar dat gebied wordt hier buiten beschouwing gelaten). Voor de relatief korte termijn lijken de meeste experts het hier over eens, maar voor de langjarige balans zijn er grote vragen.

De slibhuishouding is door de afsluitingen veranderd, maar de vraag of de Waddenzee als geheel troebeler is geworden, of dat er een trend is dat de Waddenzee op dit moment troebeler wordt, kunnen we niet beantwoorden.

### **3.3 Natuurlijke processen en menselijke ingrepen**

Een aantal slibgerelateerde processen wordt door de mens beïnvloed. Een voorbeeld daarvan zijn de kustsuppleties die aan de Noordzezijde van de eilanden wordt aangebracht. De bedoeling hiervan is de basiskustlijn op zijn plaats te houden. Een deel van het suppletie materiaal wordt echter met de getijbeweging naar de Waddenzee getransporteerd. Dit suppletiemateriaal bestaat niet uit zuiver zand; er komt ook een (geringe) hoeveelheid slib mee. Hoeveel slib mee de Waddenzee in wordt getransporteerd en in welke mate dit doorwerkt in het doorzicht van het systeem, is niet precies bekend.

Onduidelijk is hoe de toestand van slib in de Waddenzee er uit zou zien in een volkomen door de mens onverstoord systeem. Omdat een referentiesituatie niet meer te reconstrueren is, en er al erg lang veel menselijke invloed op de Waddenzee is uitgeoefend, is het erg lastig om te bepalen welke situatie voor de Waddenzee wenselijk en haalbaar is.

### **3.4 Belangrijkste gevolg van kennislacunes voor beleid**

Er is onzekerheid over hoe in een volledig natuurlijke Waddenzee, dus zonder exploitatie van het systeem door de mens, de situatie t.a.v. slib er uit zou zien. Daarnaast is er nog meer onzekerheid over welke processen sturend zijn in de dynamiek van slib. In het programmaplan "Naar een Rijke Waddenzee" staat in het streefbeeld gedefinieerd dat helderder water voor de Waddenzee wenselijk is om de productiviteit en de natuurwaarden

van het systeem te verhogen. Het belangrijkste grootschalige morfologische kenmerk van het Waddengebied is het stelsel van wadplaten en geulen waarop de dynamiek van getij en golven inwerkt, en waarop de mens tevens zijn invloed uitoefent. Het is ook bekend dat wadplaten die redelijk veel slib bevatten, de meest rijke platen zijn in termen van planten- en dierenleven. Zeer zandige platen zijn over het algemeen vrij arm en bevatten weinig bodemdieren en zijn daarmee ook niet erg aantrekkelijk voor vogels. Simpelweg veel slib uit het systeem verwijderen is daarmee dan ook beslist geen recept voor een rijkere Waddenzee – zelfs al zou het technisch mogelijk zijn. Aan de andere kant wil dat niet zeggen dat er geen mogelijkheden zijn om een deel van het slib dat nu in de waterkolom zweeft en het systeem troebel maakt, vast te houden op de bodem, hetzij (semi-)permanent, hetzij tijdelijk.

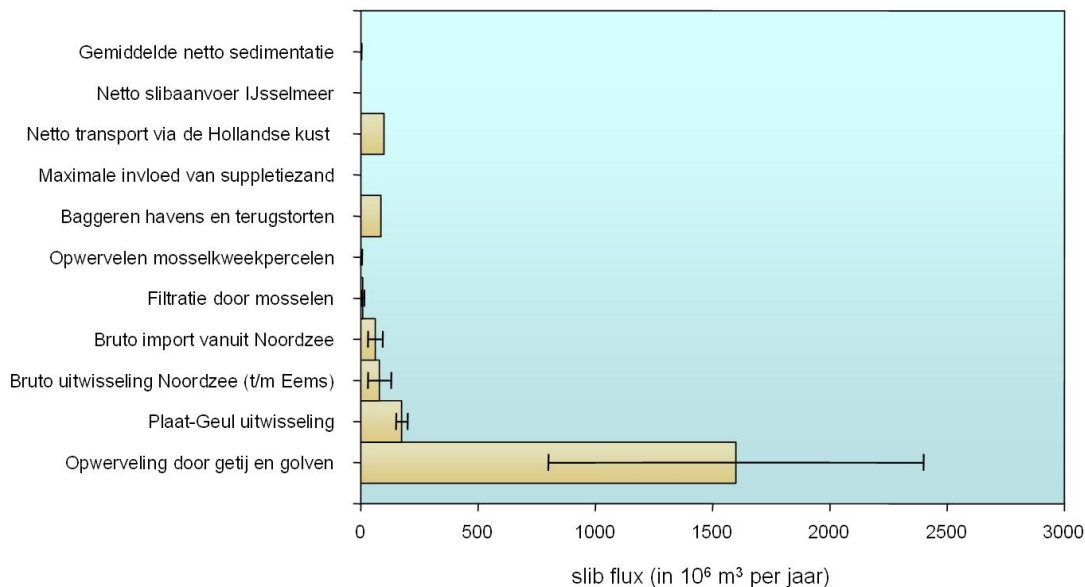
In veel stukken wordt een hoge primaire productiviteit als positief gezien voor ecosystemen. In termen van het leveren van producten uit zee (schelpdieren, garnalen, vis) klopt dat in veel gevallen ook. Echter, in veel watersystemen in Nederland die zowel weinig zwevend slib en een relatief hoge nutriëntenbelasting hebben, kunnen algen soms dichte bloeien vormen die tot problemen kunnen leiden. Een hoge productiviteit van het systeem staat ook niet per definitie garant voor een divers systeem. Het vaststellen van doelstellingen en normen m.b.t. slib in de Waddenzee (bv. voor de KRW) is dan ook erg lastig vanwege het ontbreken van een goede referentietoestand.

De mens heeft een belangrijke invloed op een groot aantal processen in de Waddenzee, maar we kunnen niet alles direct sturen. Wij moeten ons voortdurend blijven beraden op wat wij wenselijk vinden in een systeem en wat er praktisch mogelijk is. Streefbeelden moeten dan ook regelmatig tegen het licht worden gehouden en eventueel worden bijgesteld op basis van voortschrijdende kennis, zonder dat daarbij voortdurend bijgesteld moet worden onder invloed van de waan van de dag.

## 4 Wat weten we?

### 4.1 Relatief belang van verschillende ingrepen

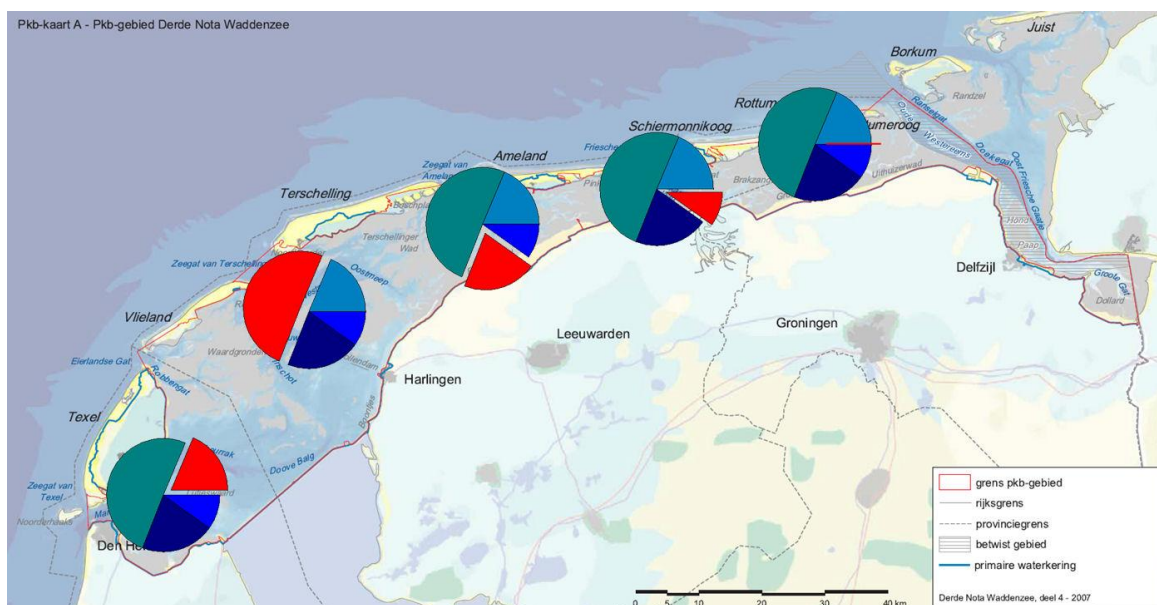
Er zijn dus nog veel vragen over het effect van menselijke ingrepen op helderheid, maar dat betekent niet dat we niets weten. Een simpele benadering die al wel veel informatie geeft over het belang van verschillende processen is kijken naar de schattingen van de volumes slib die met deze processen gemoeid zijn. Zelfs al houden we rekening met het feit dat een deel van deze getallen een enorme onzekerheidsmarge kennen, kunnen we toch al aangeven dat op het niveau van het totale ecosysteem een aantal processen van groot belang zijn en andere zaken waarschijnlijk hoogstens lokaal en dan nog kortstondig effect zullen hebben.



Figuur 4.1: Geschatte fluxen gemoeid met verschillende processen en ingrepen in de Waddenzee

Bovenstaande figuur geeft een impressie van die verschillende fluxen. De getallen komen uit de referenties samengevat in bijlage 3. Ofschoon de onzekerheid over de flux als gevolg van 'opwerveling door getij en golven' enorm is (dit kan variëren van 800-2400 miljoen m<sup>3</sup> per jaar) kun je hier wel uit afleiden dat dit proces (op het niveau van het hele ecosysteem) vele malen belangrijker is dan bv. baggeren en storten. Andere activiteiten als suppleren, spuien en dergelijk hebben nog minder betekenis in de totale slibhuishouding. Maatregelen die betrekking hebben op de helderheid van het systeem moeten dus juist gericht zijn op de factor 'opwerveling door getij en golven'. Je kunt dus denken aan maatregelen die de golfexpositie en getijslag beïnvloeden (dat kan erg lastig zijn en kan mogelijk grote waterstaatkundige ingrepen vergen die het aanzien van het hele gebied kunnen aantasten). Je kunt echter ook denken aan maatregelen die er voor zorgen dat slib minder gemakkelijk opwervelt, bijvoorbeeld door planten en dieren die slib stabiliseren te bevorderen of niet te verstoren. Bij dit alles zijn ruimte en tijdschalen essentieel. In de buurt van een haven waar gebaggerd wordt heeft deze activiteit mogelijk veel meer effect dan natuurlijke opwerveling door golven. Sommige organismen (bv. kwelderplanten) leggen slib langdurig vast, maar kunnen om praktische redenen slechts op een beperkt oppervlak ingezet worden. Andere soorten (bv. kiezelwieren) kunnen in de zomer sediment stabiliseren, maar sterven 's winters af waarmee het vastgelegde materiaal weer in het water komt.

De intensiteit van menselijke activiteiten zoals baggeren en storten verschilt ook sterk per kombergingsgebied. De onderstaande figuur geeft een percentuele benadering van de totale bagger en stort volumes voor de verschillende deelgebieden. De figuur is gebaseerd op de getallen in bijlage 4.



Figuur 4.2: Baggervolumina in verschillende kombergingsgebieden van de Waddenzee. Voor elk kombergingsgebied is in rood aangegeven hoeveel kubieke meters er in dat deel gebaggerd wordt in relatie tot baggerwerkzaamheden in het hele Waddengebied (exclusief Eems-Dollard). Het totale volume (de hele cirkel) bedraagt ongeveer 4 miljoen  $m^3$  per jaar. NB. bij de locatie Noordpolderzijl (in het gebied tussen Schiermonnikoog en Rottum) wordt wel iets gebaggerd, maar op het totaal van de Waddenzee is naar verhouding zo weinig dat dit slechts zichtbaar is als een dun rood lijntje in het relevante grafiekje.

In het Rijke Waddenzee programma wordt het kombergingsgebied aangemerkt als functionele eenheid. Het is van belang om de processen zoals die in de eerdere figuur zijn weergegeven per kombergingsgebied in verhouding tot elkaar te schetsen. Dit geeft al een beter inzicht in mogelijke effecten van menselijke activiteiten op het doorzicht van de Waddenzee.

Dit soort informatie is niet alleen relevant voor zaken als 'helderheid van het systeem' die op systeemsgeschaal spelen. Ook voor vragen die betrekking hebben op baggeren bij een haven is het belangrijk om te weten of het slib dat in het kombergingsgebied wordt gestort snel in suspensie komt en zich snel verplaatst binnen de komberging en naar buiten. Er is weinig bekend of er winst is te behalen door slibstort te combineren met kwelderontwikkeling. Vanwege de verschillen tussen de kombergingsgebieden kan het zijn dat aanpassingen van de stortstrategie bij de ene haven effectief is, maar weinig nut heeft bij een andere haven.

## 4.2 Relatie tussen slib en ecologie

Zowel in de Waddenzee als in de hele wetenschappelijke wereld is redelijk wat kennis beschikbaar op het gebied van slibdynamiek. Ook is van veel aquatische plant- en diersoorten bekend of ze een sedimentstabiliserende werking hebben of juist erosie van materiaal bevorderen. In studies met stroomgoten is veel gewerkt aan kritische schuifspanning van sediment en hoe die beïnvloed wordt door biota. Er zijn nog wel enkele (m.n. invasieve) soorten die mogelijk op systeem niveau belangrijk zijn en waar nog erg weinig van bekend is, zoals *Ensis directus* (de Amerikaanse zwaardschede), maar in principe zijn er veel data bekend van interactieprocessen op kleine schaal. Een grote uitdaging zit in het bijeenbrengen van de ecologische en fysische kennis, de relaties op verschillende schalen met elkaar in verband brengen en grip te krijgen op processen die in het veld parallel lopen. Fundamenteel onderzoek aan biogeomorfologische processen in de Waddenzee heeft

intussen wel aangetoond dat organismen een significant effect hebben op slibtransport (Borsje et al. 2008). Kwantificering van dit effect voor specifieke gebieden en kombergingen in relatie tot andere processen zal een belangrijk onderdeel moeten vormen van toekomstig onderzoek.

Het belang van een brede geïntegreerde aanpak van slibvraagstukken in relatie tot ecologie wordt geïllustreerd door de resultaten en de daarop uitgevoerde audit van het EVA II project. Binnen dit project is van 1999 – 2003 onderzoek uitgevoerd naar de effecten van mechanische kokkelvisserij op de draagkracht van de Waddenzee en de Oosterschelde voor vogels (Ens et al. 2004). Hierin zijn ook effecten geëvalueerd die betrekking hadden op veranderingen in de slibhuishouding door kokkelvisserij en eventuele gevolgen van verlaging van slibgehalten van de bodem. In een aantal deelstudies is de conclusie getrokken dat de kokkelvisserij zowel op korte, middellange als lange termijn, leidt tot een slibarmere wadbodem. Hoewel de auditcommissie de belangrijkste conclusies van het rapport over de effecten van kokkelvisserij op voedselbeschikbaarheid voor vogels onderschreef, had zij behoorlijk wat kritiek op die delen die ingingen op de effecten van kokkelvisserij op slib en vice versa. Juist het feit dat de lange termijn autonome veranderingen in het systeem niet waren meegenomen, werd als een manco in de analyse aangemerkt (de Boer et al. 2004).

Om effecten van menselijk handelen te kunnen onderscheiden van autonome processen die in het systeem plaatsvinden is begrip nodig van de samenhang tussen de verschillende processen. In bepaalde gevallen kunnen processen op kleine schaal een belangrijke doorwerking hebben op systeemschaal, in andere gevallen kunnen effecten in een laboratorium onder gecontroleerde omstandigheden zeer significant zijn, maar in het veld door de grote fluctuaties van allerlei stuurfactoren volstrekt irrelevant blijken. De grootste uitdaging is niet zoveel mogelijk processen te bestuderen en in numerieke modellen te stoppen om daarmee hopelijk een uitspraak te kunnen doen over mogelijke effecten van bodemberoering of zandsuppleties op het systeem. De grootste uitdaging is bepalen wat wel en wat niet relevant is op welke tijd en ruimte schaal, en zorgen dat we zo veel mogelijk grip krijgen op de zaken die op systeemschaal doorslaggevend zijn.

Een start van deze systeemkennis is al gemaakt in het Toegepast Onderzoek van Deltares (zie hiervoor bijlage 5, E.2.1), wat door middel van het modelleren van de slibhuishouding in de Waddenzee een antwoord wil geven op beheersvragen over effecten van het huidige bagger- en stortbeleid op de slibhuishouding, en effecten van de slibhuishouding op de biologische kwaliteitselementen.

Er wordt zowel in de Waddenzee als in andere systemen erg veel gemeten. Helaas zijn niet alle metingen die plaatsvinden ook echt nuttig om inzicht in processen op een grote schaal te verbeteren. De huidige modellen die slibdynamiek in systemen voorspellen op basis van getij, weersomstandigheden, bodemgegevens etc., geven een output van meerdere datapunten per uur. Het MWTL meetnet verzamelt gegevens met een frequentie van één monster per twee weken en niet al deze metingen zijn genomen op een consistente fase van het getij. Deze metingen kunnen dus over een groot aantal jaren wel een trend geven of een meetpunt gemiddeld wat troebeler of minder troebel is geworden, maar zij kunnen niet dienen als validatie van modeldata. Bij de 3<sup>e</sup> tender van het Waddenfonds is een voorstel "WaLTER" ingediend dat tot doel heeft alle bestaande monitorgegevens (niet alleen die betrekking hebben op slib, maar ook andere data) te achterhalen, beschikbaar te maken via een dataportal, te analyseren waar de gaten in de monitoring zitten en voorstellen te doen voor aanvullende monitoring. Indien dit voorstel wordt toegekend zal dit over een aantal jaren een belangrijke bijdrage leveren aan het systeembegrip van de Waddenzee.



## 5 Wat loopt er?

Wetenschappers hebben de neiging de nadruk te leggen op wat we allemaal niet weten. Dat neemt niet weg dat er al veel onderzoek gedaan is, er veel loopt en veel onderzoek in ontwikkeling is. De meeste van deze groepen ontmoeten elkaar binnen het Nederlands Centrum voor Kustonderzoek (NCK, <http://www.nck-web.org>). Het is erg moeilijk om in algemene termen aan te geven voor welke beleidsvragen de huidige stand van kennis voldoende is en voor welke beleidsvragen nog echt fundamenteel onderzoek noodzakelijk is. Dit moet per beleidsvraag bekeken worden en daarvoor is de ruimte hier te beperkt. Voor morfologisch gerelateerde problemen die op relatief beperkte ruimte- en tijdschalen betrekking hebben is er veel inzicht voorhanden. Goed voorbeeld is de vraag naar de oorzaken en mogelijke oplossingen voor de toenemende verslibbing van het Kikkertgat (Alkyon 2005). Dit type vraag kan prima vanuit bestaande kennis door ingenieursbureaus worden aangepakt. Met name voor vragen die betrekking hebben op waterkwaliteit en helderheid van het systeem (zoals voortkomend uit de KRW) kan gesteld worden dat de huidige stand van kennis, de huidige ontwikkeling van modellen en de huidige beschikbaarheid van meetgegevens onvoldoende is.

### 5.1 Fundamenteel onderzoek

Er zijn verschillende instituten en onderzoeksgroepen die zich bezighouden met fundamenteel onderzoek aan het gedrag van slib en aan de interacties tussen slib op de planten en dieren in ecosystemen. De belangrijkste groepen op dit gebied zijn: TU Delft, Universiteit Utrecht, Universiteit Groningen en Universiteit Twente en NIOO-CEME. Groningen en NIOO-CEME richten zich primair op de wisselwerking tussen ecologie en slib. Utrecht richt zich voornamelijk op meer morfologisch gerichte processen en bij de universiteiten van Delft en Twente wordt voornamelijk de fysica van het gedrag van slib bestudeerd, maar komt ook de interactie met biota aan bod. Veel van dit onderzoek vindt niet in de Waddenzee plaats. Veelal betreft het fundamentele processen die in gebiedsspecifieke modellen gebruikt kan worden. Bijlage 5 geeft een (niet compleet beeld van de belangrijkste onderwerpen die bij verschillende groepen lopen). De resultaten van deze onderzoeken kunnen gebruikt worden als kennisregels voor het ontwikkelen van slibmodellen voor de Waddenzee en om deze te valideren (zie 5.2).

### 5.2 Toegepast onderzoek

Rijkswaterstaat laat zowel door Deltares als door verschillende ingenieursbureaus onderzoek uitvoeren aan de slibhuishouding van verschillende gebieden. Binnen een aantal van deze programma's wordt wel specifiek gewerkt aan de Waddenzee. Onder toegepast onderzoek valt het ontwikkelen van slibmodellen voor hele ecosystemen (bv. het Eems-Dollard gebied of de Schelde), maar er zitten ook studies bij die slechts een klein deelgebied beslaan. Voorbeelden hiervan zijn: het kunnen verklaren van toename in baggeractiviteiten in bepaalde gebieden en mogelijke oplossingen (zie ook bijlage 5, E.2.1) en het beoordelen van effecten van grootschalige ingrepen in de Waddenzee en op de Noordzee (bijv. aanleg Maasvlakte II). Ook ecologische effecten van kustsuppleties, waar slibhuishouding een onderdeel is, valt hier onder. Ook bij het onderzoeksinstituut Imares wordt slibgerelateerd werk gedaan. Hier staat de link tussen slib en ecologie (bijvoorbeeld de effecten van slib op mosselbanken en passende beoordelingen m.b.t. lokale baggeractiviteiten) centraal. Meer van deze voorbeelden zijn te vinden in de inventarisatie van studies door RWS (<http://www.helderoverslib/bestand/inventakennisrws.pdf>).

## 5.3 Onderzoek geïnitieerd vanuit het bedrijfsleven

Ook vanuit de industrie lopen verschillende onderzoeken waar data worden verzameld die kunnen bijdragen aan een beter systeembegrip. Voor allerlei activiteiten die een potentieel effect kunnen hebben op het ecosysteem worden MER studies uitgevoerd. Voorbeelden hiervan zijn de studies die betrekking hebben op bodemdaling als gevolg van aardgaswinning of zoutwinning. Daarnaast loopt er ook een groot programma "Building with Nature" dat vanuit het bedrijfsleven geïnitieerd en deels gefinancierd wordt. Hierin participeren verschillende universiteiten en onderzoeksinstituten, en heeft tot doel duurzame technieken voor kustbescherming te ontwikkelen (zie bijlage 5 voor meer details).

## 5.4 Waddenfondsprojecten

Uit de aardgasbaten van Nederland is geld gereserveerd voor extra investeringen in projecten in en rond de Waddenzee op ecologisch en economisch gebied. Binnen dit programma lopen ook een aantal onderzoeksprojecten waarin kennis wordt gegenereerd. Op dit moment lopen er twee grote projecten die een link hebben met slib en de stabiliteit van mosselbanken. Daarnaast is er een projectaanvraag in ontwikkeling, dat gericht is op de slibhuishouding van de verschillende kombergingsgebieden van de Waddenzee (behalve de Eems-Dollard). Dit project heeft tot doel de kennislacunes aan te pakken, aangegeven in de kennisagenda van de Waddenacademie en het programma Rijke Waddenzee en zal bij een volgende tender van het Waddenfonds worden ingediend (zie bijlage 5). Uitvoering van dit project is dus nog niet zeker.

# 6 Wat moet er gebeuren?

## 6.1 Integrale aanpak

Het is dus essentieel dat er tijd en geld geïnvesteerd wordt in een betere integratie tussen meetgegevens en modellen en dus tussen mensen en organisaties die meten en die modelleren. Daarnaast moet er ook gezorgd worden dat de kennis die hiermee gegenereerd wordt ook daadwerkelijk bruikbaar is om praktische problemen voor een systeem mee op te lossen.

- Wat zijn de effecten van de afsluitingen op de slibhuishouding en in welke verhouding staan die tot effecten van overige gebruiksvormen?
- Wat is de rol van dijken en kwelders bij de slibhuishouding en omgekeerd?
- Wat zijn de effecten van baggeren en suppleren en kun je de slibhuishouding betekenisvol beïnvloeden door anders te baggeren en suppleren?
- Wat zijn de effecten van andere vormen van bodemberoering?
- Wat zijn de effecten van andere levensvormen op de slibhuishouding?

De integratie tussen beleidsdoelstellingen en wetenschap zijn erg uitdagend. In de inventarisatie van de kennisvragen m.b.t. slib, uitgevoerd als voorbereiding op de werkconferentie is ook aangegeven dat de verhouding tussen onderzoekers en gebruikers niet altijd gemakkelijk is. Veel gebruikers zijn bang dat meer onderzoek alleen leidt tot meer regelgeving. Integratie tussen wetenschappers en gebruikers is dan ook minstens zo belangrijk als tussen verschillende disciplines van de wetenschap. Wetenschappers moeten lokale gebiedskennis van gebruikers en bewoners leren waarderen en hiervan gebruik maken. Daarnaast moet aandacht gegeven worden aan de informatievoorziening vanuit het onderzoek en het beheer naar de bewoners van het gebied, zodat vertrouwen ontstaat in zowel het doel van onderzoek als in de uitkomsten hiervan.

Wanneer onderzoek aantoont dat bepaalde vormen van gebruik of exploitatie inderdaad een negatief effect hebben op de natuur van de Waddenzee zal dit uiteraard moeten leiden tot regelgeving en beperkingen. Echter, wanneer zoals nu, niet vastgesteld kan worden of bepaalde activiteiten wel of niet schadelijk zijn, zullen nu vanuit het voorzorgsbeginsel ook beperkingen plaatsvinden. Als onderzoek kan aantonen dat deze activiteiten geen significante schade aan het systeem toebrengen dan moet op basis daarvan ook besloten kunnen worden dat deze wel toegestaan kunnen worden. Met andere woorden: onderzoek is niet alleen maar ten bate van de vogels die er zitten.

## 6.2 Aanzet voor werkconferentie 'Helder over Slib'

Alle activiteiten en rapporten die zijn geschreven over slibhuishouding in de Waddenzee geven aan dat generieke, integrerende systeemkennis ontbreekt. Dit gebrek aan systeemkennis hindert niet alleen het nemen van maatregelen, maar verhindert vooral het vaststellen van een realistisch streefbeeld omdat inzicht in de draagkracht van het systeem ontbreekt. Met andere woorden: we weten in de meeste gevallen niet of er überhaupt een probleem is met slib of dat de huidige situatie en het huidige niveau van gebruik nauwelijks negatieve gevolgen heeft voor de slibhuishouding op het niveau van het systeem.

Zowel de kennisagenda van de Waddenacademie als de bouwstenen in het Rijke Waddenzee programma geven aan dat vooruitgang alleen geboekt kan worden met een integrale aanpak, waarin een goed beeld wordt verkregen van de relevantie van verschillende processen op tijd en ruimte schaal. Integratie tussen abiotische processen en biotische processen moeten hierbij worden meegenomen. De grootste prioriteit ligt in het verkrijgen van inzicht in de verhouding tussen effecten die te maken hebben met import en export enerzijds en interne erosie en sedimentatie anderzijds. Er is een duidelijk gebrek aan goede meetgegevens die aansluiten bij de huidige capaciteit van modellen. Er zullen metingen nodig zijn, maar het is minstens zo hard nodig deze te koppelen en geïntegreerd op te zetten met modellen.

Er lopen intussen een aantal trajecten die een start maken met een dergelijke geïntegreerde aanpak en er staan een aantal initiatieven in de steigers.

De werkconferentie moet gebruikt worden voor:

- Het bereiken van synergie tussen lopende projecten en initiatieven en te zorgen dat de projecten die nu worden opgezet zo goed mogelijk toewerken naar antwoorden op vragen van gebruikers.
- Na te gaan welke maatregelen kansrijk lijken en nagaan welke behapbare experimenten uitgevoerd kunnen worden om de helderheid van het systeem te bevorderen.
- Te identificeren waar de lopende projecten en de in ontwikkeling zijnde projecten te kort schieten en waar nog aanvulling noodzakelijk is en een tijdpad en prioritering voor verschillende activiteiten vast te stellen.
- Interactie en integratie tussen gebruikers en onderzoekers te bevorderen om antwoord te kunnen geven op vragen van gebruikers en beheerders.

## 7 Literatuur

Alkyon (2005) Huidige en toekomstige sedimentatie in het Kikkertgat. Report No. A1448R1r3, Emmeloord

- Borsje BW, de Vries MB, Hulscher S, de Boer GJ (2008) Modeling large-scale cohesive sediment transport affected by small-scale biological activity. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 78:468-480
- de Boer PL, Heip CHR, Wolff WJ (2004) Beoordeling van het wetenschappelijke eindrapport 'The effects of shellfish fishery on the ecosystems of the Dutch wadden sea and Oosterschelde' van de tweede fase van de wetenschappelijke evaluatie van het Nederlandse schelpdiervisserijbeleid (EVA II). Report No. Alterra-rapport 1011, Utrecht-Yerseke-Haren
- Dellapenna TM, Allison MA, Gill GA, Lehman RD, Warnken KW (2006) The impact of shrimp trawling and associated sediment resuspension in mud dominated, shallow estuaries. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 69:519-530
- Ens B, Smaal AC, de Vlas J (2004) The effects of shellfish fishery on the ecosystems of The Dutch Wadden Sea and Oosterschelde. Report No. Alterra-rapport 1011, Den Haag
- Rijkswaterstaat (2009a) Beheer en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010 - 2015, Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Rijkswaterstaat (2009b) Programma Rijkswateren 2010-2015, Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Sips H, de Leeuw C (2009) Bouwsteen thema 1: Wadbodem en waterkolom, Programmabureau Natuurherstelplan Waddenzee, den Haag
- van Duren LA, de Jong M (2009) Bouwsteen thema 3: Biobouwers in de Waddenzee, programmabureau natuurherstelplan Waddenzee, Den Haag

## A Bijlage 1

### A.1 Overzicht van stakeholders

Hieronder staan de belangrijkste onderwerpen waarop vragen van stakeholders betrekking hebben. In de tabel is "systeemkennis" alleen als een direct probleem / verantwoordelijkheid voor de categorie stakeholders "kennisontwikkeling" aangegeven. In de praktijk speelt het gebrek aan systeemkennis iedereen parten.

Categorie	Stakeholders	Taken / verantwoordelijkheden	Natuur				Gebiedsontwikkeling			Veiligheid			Systeemkennis	
			Natuurdoelstellingen	Waterkwaliteit	Verstoring	Doorzicht	Economie	Toegankelijkheid	Zoetwater	Bodemdaling	Zeespiegelstijging	Klimaatverandering	Multidisciplinariteit	Verzuiling onderzoek
internationaal	EU	internationale wetgeving	x	x	x									
	Waddenzee secretariaat	natuur	x	x	x									
ministerie	LNV	Instandhoudingsdoelstellingen, visserij	x		x	x	x		x					
	VROM	Programma bureau Waddenfonds, Rijke Waddenzee					x	x	x					
	Verkeer en Waterstaat	KRW/KRM, beheer waterstaatkundige werken, klimaatbestendigheid, kustlijn­zorg, Rijke Waddenzee				x		x		x	x	x		
	Economische Zaken	Economie					x	x						
	Defensie	Defensie			x									
lagere overheden	Eilandgemeenten en vastelandsgemeenten	Leefbaarheid en economie voor eilandbevolking					x	x	x	x	x	x		
	Provincies	Vergunningverlening, leefbaarheid	x		x									
	Waterschappen	Waterhuishouding		x					x					

Categorie	Stakeholders	Taken / verantwoordelijkheden	Natuur				Gebiedsontwikkeling			Veiligheid			Systeemkennis	
			Natuurdoelstellingen	Waterkwaliteit	Verstoring	Doorzicht	Economie	Toegankelijkheid	Zoetwater	Bodemdaling	Zeespiegelstijging	Klimaatverandering	Multidisciplinariteit	Verzuijing onderzoek
Kennisontwikkeling	Waddenacademie	kennisontwikkeling											x	x
	Universiteiten, hogescholen, kennisinstituten	Kennisontwikkeling en onderwijs											x	x
	Adviesbureaus, Ingenieursbureaus	kennistoepassing											x	
Programmabureaus	Programma-bureau naar een Rijke Waddenzee	Uitvoering programma "naar een rijke Waddenzee"											x	
	Programma-bureau Waddenfonds	Toekenning Waddenfondsprojecten	x	x	x	x	x				x	x		
	Kennis voor Klimaat	Klimaatbestendigheid	x						x		x	x		
industrie	NAM	Gaswinning								x				
	Frisia Zout	Zoutwinning								x				
	Veerdiensten eilanden	Bereikbaarheid eilanden						x						
	Mosselsector	Mosselvisserij en winnen van mosselzaad	x	x	x	x								
	Handkokkelaars	Kokkelvisserij	x		x	x								
	Garnalensector	Garnalenvisserij	x		x	x								
	Toerisme	Toerisme	x		x	x		x						
Baggerindustrie	Baggeren			x	x		x							
Coalitie Wadden Natuurlijk	Waddenvereniging, Natuurmonumenten, Vogelbescherming, Stichting WAD, Staatsbosbeheer, Groninger Landschap, It Fryske Gea, Noord-Hollands Landschap	natuur	x	x	x	x	x	x						

## A.2 Bestuurlijke Spaghetti

Er zijn vijf ministeries die rechtstreeks met de Wadden te maken hebben: Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu is het coördinerende departement, met daarnaast Verkeer en Waterstaat, Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Economische Zaken en Defensie. Drie andere ministeries zijn zijdelings bij het beleid betrokken: Buitenlandse Zaken, Binnenlandse Zaken en Financiën. De besturen van drie provincies hebben hun inbreng: Friesland, Groningen en Noord-Holland. Er zijn achttien gemeenten (vijf eilanden, en dertien vastelandsgemeenten) die ook meespelen. Waar zoveel overheidspartijen moeten samenwerken, is onderling overleg onontkoombaar. In de huidige structuur is daar geen gebrek aan. Zo bestaat er de ambtelijke Interdepartementale Waddenzee Commissie (IWC) met, zoals de naam al zegt, vertegenwoordigers van de betrokken ministeries. In de regio vindt bestuurlijk overleg plaats in de Stuurgroep Waddenprovincies. Dan is er overleg nodig tussen de bestuurslagen, samengebracht in het Coördinatie College Waddengebied. Daar zitten vijf betrokken bewindslieden in, samen met gedeputeerden van drie provincies en de voorzitters van de Vereniging van Waddenzeegemeenten (VvW) en het Overlegorgaan Waddeneilanden (OOW). In het Regionaal Coördinatiecollege Waddengebied (RCW) wordt voornamelijk overleg gevoerd over het uitvoeren van plannen. De Stuurgroep Waddenprovincies (SWP), Vereniging van Waddenzeegemeenten (VvW) en Overlegorgaan Waddeneilanden (OOW) ontmoeten in dit orgaan de vijf ministeries. Daarnaast bestaat nog het afstemmingsorgaan Ambtelijk Waddenoverleg. De Raad voor de Wadden dient het rijk van advies, de Waddenacademie vergaart de nodige wetenschappelijke kennis en het Waddenfonds keert jaarlijks flinke subsidies uit. Instellingen van de Europese Unie spelen ook een steeds belangrijker rol, met grensoverschrijdende wetgeving als de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000. Los van de overheid zijn er nog meer partijen actief in het waddengebied. De waterschappen, de terreinbeheerders (zoals It Fryske Gea, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer) en nog talloze non-gouvernementele organisaties en belangengroeperingen. Al dit overleg op vele niveaus is nodig omdat de waddenwetgeving ook zo ingewikkeld is, met onder andere de Planologische Kernbeslissing, het Beheer- en Ontwikkelingsplan, Natura 2000, de Natuurbeschermingswet en de Mijnwet. Die vormen de basis voor waterstaatswetten, streekplannen en bestemmingsplannen. De besluitvorming in het kader van deze plannen en wetten wordt er niet gemakkelijker op door alle beroepsprocedures. Van bezwaarschriftencommissies tot aan de Raad van State en uiteindelijk het Europese Hof kunnen juridische kwesties worden uitgevochten.

## B Bijlage 2

Overzicht van geschatte hoeveelheden slib in sinks in het Nederlandse deel van de Waddenzee (Oost, 2009)

Plek	Percentage slib in het sediment (%)	Geschatte hoeveelheid slib (m <sup>3</sup> )	Opmerkingen	Bron
Totaal in buitendijkse Waddenzee (incl. kwelders), maar exclusief deel Eems-Dollard	4-6%	1800-2850 * 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	= 13-20% <sup>1</sup> van 14*10 <sup>9</sup> m <sup>32</sup> .	<sup>1</sup> Pers. inf. Van der Spek <sup>2</sup> ; Beets & van der Spek (2000)
Waarvan in buitendijkse zanden	3-5%	1000-1650*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	= 3 <sup>3</sup> -5 <sup>4</sup> % slib in zand in(geschat): 33*10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	<sup>3</sup> Salden & Mulder, 1995 <sup>4</sup> Van der Spek & van der Valk, 1994
Binnenbochten	10-50%?	87-871*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	= 10-50% slib, 25% <sup>4</sup> geuloppervlak, waarvan 25-50% <sup>5</sup> binnenbocht met gemiddelde diepte van 5 meter.	<sup>4</sup> ISOS onderzoek, Cleveringa & Oost, 1998; <sup>5</sup> RWS kaarten
Eems-Dollard		28-110*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	= 0,7-1,3*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /jr <sup>8</sup> *85-40 jaar (zeer ruwe inschatting)	<sup>8</sup> Salden en Mulder, 1996
Verlaten geulen	10-100%	4-40*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	= 25% <sup>4</sup> geuloppervlak waarvan 1% verlaten is (zeer voorzichtige aanname <sup>6</sup> ) met een gemiddelde diepte van 5 meter <sup>4</sup>	<sup>4</sup> ISOS onderzoek, Cleveringa & Oost, 1998; <sup>6</sup> Oost, 1995;
Kwelders		0-31*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Uitgaande van een gemiddelde kleidikte van 0-0,5 m en 62,75 km <sup>2</sup> kwelders <sup>7</sup>	<sup>7</sup> IBW en Dijkema et al., 2008
Mosselbanken (in 1975-1978)		3,3*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Minerale deel <sup>6</sup>	<sup>6</sup> Oost, 1995
Pre-Holoceen	??	Over meerdere km <sup>2</sup>	In diepe geulen	



## C Bijlage 3

Overzicht van geschatte fluxen van slib in het Nederlandse deel van de Waddenzee. De aangegeven marges hebben betrekking op wetenschappelijk onzekerheden en niet op variatie in fluxen per jaar (Oost, 2009)

Flux	Hoeveelheid	Informatie
Jaarlijkse bruto opwerveling door de getijden en golven	$800-2400 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	720 getijden, omwerkingsdiepte van 1-2 cm, 4-6% slib en een oppervlakte van 2780 km <sup>2</sup> .
Jaarlijkse bruto uitwisseling tussen geulen en platen onder invloed van de wind (tot en met wantij van Borkum)	$150-200 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Oost, 1995
Bruto uitwisseling tussen Noordzee en Waddenzee (tot en met Eems)	$30-130 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Oost, 1995
Bruto import van Noordzee naar Waddenzee	$30-93 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Eisma, 1982; Verhagen, 1990
Filtratie door mosselen	$2,6-15,1 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Oost, 1995
Opwervelen mosselkweekpercelen	$1-5 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Oost, 1995
Baggeren havens en terugstorten	$86 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	De Jonge
Maximale invloed van suppletiezand	$0,18-0,6 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Uitgaande van een slibpercentage van 3-5% en $6-12 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ aan suppletiezand
Netto transport via de Hollandse kust uit de Noordzeekustzone (Hollandse kust)	$1,3 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Salden & Mulder, 1995 (vermoedelijk te lage schatting: zie tekst)
Netto transport via de Hollandse kust uit de Noordzeekustzone (Hollandse kust)	$100 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ (aannname dat $1 \text{ m}^3$ gelijk is aan $10^3 \text{ kg}$ )	Ridderinkhof
Baggeren Eems-Dollard	$9 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Sips & de Leeuw, 2009
Netto slibimport Eems 1973-1984	$1,5 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Lowijs, 1995b
Netto slibimport Eems 1985-1990	$1 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Mulder & Mijnwaard, 1997
Netto slibaanvoer IJsselmeer	$0,5 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Eysink, 1979
Lange termijn gemiddelde netto sedimentatie inclusief Dollard	$0,8-6 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ met als meest waarschijnlijke $2,0-2,5 * 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$	Molegraaf, 1987; Salden & Mulder, 1995

## D Bijlage 4

Baggerhoeveelheden (m<sup>3</sup>/jr) , data H. Mulder, Waterdienst

Kombergingsgebied	baggerlocatie	m <sup>3</sup> /jaar	totaal /kgb	sediment
Holland-Texel *	Boontjes	?		zanderig slib
	Havens Kornwerderzand	350.000		slib
	Havens Den Oever	150.000		slib
	Visjagersgaatje	100.000		zand
	Rijkshaven Oudeschild	85.000		zanderig slib
	Veerhaven Texel	40.000		zanderig slib
	veerhaven Den Helder	20.000		zanderig slib
	Haven Breezanddijk	5.000		slib
			750.000	
Texel-Vlieland			0	
Vlieland-Terschelling	Vliesloot	?		zand
	Schuitengat	?		zand
	Blauwe Slenk (drempel BS12/BS 12 A)	?		zand
	Harlingen	1.400.000		slib
	Slenk	350.000		zand
	Blauwe Slenk (drempel BS 18/BS20)	200.000		zand
	vaargeul langs Pollendam	35.000		zanderig slib
	Rijkshaven Terschelling	20.000		zanderig slib
	Blauwe Slenk/Pannengat (drempel BS2 /BS 6)	20.000		zand
	veerdam Vlieland	2.000		zanderig slib
				2.027.000
Terschelling-Ameland	vaargeul Ameland (o.a. drempel VA5/VA 7)	?		zand
	vaargeul Ameland	700.000		slib
	veerdam Holwerd	50.000		slib
	veerdam Nes	40.000		slikkig zand
	Reegeul	30.000		zanderig slib
	Ballumerbocht	30.000		slib
	Oude veerdam Nes	4.000		zanderig slib
	toegangseul			
			850.000	
Ameland-Schiermonnikoog	drempel Lauwersoog	?		zand
	visshaven Lauwersoog	200.000		slib
	Groote Siege	80.000		zand
	Glinder	60.000		zand
	veerhaven Schiermonnikoog	50.000		slib

	loswal en toegangsgeul veerhaven Lauwersoog loswal en toegangsgeul	6.000	396.000	slib
Schiermonnikoog-Rottum	Noordpolderzijl	500	500	slib
Eems-Dollard (NL)	Haven Delfzijl	2.400.000		slib
	Eemshaven	600.000		slib
	geul Paapsand süd	200.000	3.200.000	zanderig slib
Totaal Waddenzee (NL)			7.223.500	

- \* Niet in de tabel opgenomen is de baggeractiviteit in het Marsdiep bij Den Helder en Mokbaai van 950.000 tot 1.500.000 m<sup>3</sup> per jaar (pers. meded. N. Dankers, Passende Beoordeling Jongbloed et al 2006 IMARES rapport).

## E Bijlage 5

### E.1 Lopend onderzoek

Er zijn een aantal programma's waarbinnen ruimte is voor het ontwikkelen van integrale systeemkennis in de Waddenzee. Hieronder volgt een relatief korte opsomming van lopend onderzoek in verschillende gremia. Hannie Maas heeft voor RWS een bredere en vollediger inventarisatie gehouden met nadruk op de door RWS gefinancierde projecten. Deze inventarisatie is te vinden op <http://www.helderoverslib.nl/bestand/inventkennisrws.pdf>.

### E.2 Slibgerelateerde projecten RWS

#### E.2.1 Toegepast Onderzoeksprojecten bij Deltares

Binnen het Toegepast Onderzoek (TO) van Deltares worden een aantal projecten uitgevoerd op het gebied van slibmodellering in het algemeen, en slibmodellering in de Waddenzee in het bijzonder.

TO slibmodellering is langlopend onderzoek waarbij slibmodellen verbeterd worden aan de hand van lopend slibonderzoek en bij de Waterstaat levende beleidsvragen van beheerders. Helder moet zijn welke verkenningen/planstudies/passende beoordelingen ons de komende jaren te wachten staan (bijv. uit BPRW en Nationaal Waterplan) en welk niveau van kennis van de slibhuishouding hierbij gewenst wordt/nodig is. Een jaarlijks herhaalde inventarisatie van beheersvragen (getrokken door de Waterdienst) geeft aan welke ontwikkelingen op het gebied van slibmodellering gewenst zijn. Het bijhouden van kennisontwikkeling op het gebied van slibonderzoek geeft de mogelijkheden aan waarmee de slibmodellen verbeterd worden. Aan de hand van zowel de kennisontwikkeling als de beheersvragen worden de slibmodellen verbeterd. Het doel op middellange termijn (3-5 jaar) is het opzetten, dan wel verbeteren, van 4 regiomodellen (Noordzee, Waddenzee, Eems-Dollard, Westerschelde), om op korte termijn ingezet te kunnen worden om beleidsvragen te beantwoorden. Deze modellen zijn zoveel mogelijk gebaseerd op de meest recente kennis op het gebied van slibtransport en slibmodellering.

TO Eems-Dollard is effectketen modellering voor het Eems-Dollard gebied. Door de Waterdienst is gevraagd een numeriek model op te zetten om het slibtransport, de waterkwaliteit en de habitatgeschiktheid in Eems-Dollard estuarium te kunnen kwantificeren. Met het model moeten transnationale beheersvragen m.b.t. gevolgen van ingrepen in het systeem beantwoordt kunnen worden bijvoorbeeld in het kader van de implementatie van KRW-maatregelen en overige herstel- en inrichtingsprojecten.

Verbetering van de slibmodellering in de Westerschelde gebeurt binnen het TO project LTV Toegankelijkheid. Dit onderzoek is indirect relevant voor de Waddenzee omdat de modelontwikkelingen binnen dit project, en de ervaringen opgedaan in de Westerschelde, kunnen bijdragen aan slibmodellering in de Waddenzee.

Kustlijnzorg / ecologisch suppleren: de vraag of en hoe sediment (verdeeld in zand en slib) langs de Hollandse kust naar het noorden verplaatst, al dan niet de Waddenzee in, is al een langlopende. Van zandtransport en de werking van het Marsdiep is de laatste jaren meer bekend geworden, maar slibtransport is nog niet systematisch verkend. Bedoelde verkenning dient om de voornaamste transport- en sedimentatie mechanismen van slib vast te stellen, om te komen tot een inschatting van het belang van dit transport en van de sedimentatie in termen van volume, ook in relatie tot suppleren. Indien van overwegend belang, kan het resultaat van deze verkenning als opstap fungeren naar een verdere verkenning naar het

belang van slib, en van de processen waarmee het getransporteerd en gesedimenteerd wordt, voor de ecologie van de (in eerste instantie) westelijke Waddenzee.

E.2.2 Onderzoek aan effecten van baggerstrategieën door Ingenieursbureaus  
RWS laat tevens monitoring en modelonderzoek uitvoeren aan verschillende specifieke baggerprojecten. Een voorbeeld hiervan zijn de studies die uitgevoerd zijn door Alkyon aan de werkzaamheden rond het Kikkertgat (Alkyon 2005). In dit rapport worden de volgende vragen aangepakt:

- Wat is de oorzaak (of: zijn de oorzaken) van de grote stijging in het baggervolume in het zuidelijk deel van het Kikkertgat na 1998?
- Met welke ingrepen kan in de toekomst het baggervolume worden beperkt?
- Welk baggervolume wordt verwacht in de periode 2006-2010 (5 jaar)?

Binnen deze studie worden ook effecten van slibvang door naburige kwelders en mogelijke effecten van andere biota meegenomen, al worden op dit punt geen nieuwe data aangeleverd.

### E.3 Fundamentele onderzoeksprojecten

E.3.1 Analyse ferrybox data door NIOZ  
Het Marsdiep is een van de belangrijkste verbindingen tussen de Noordzee en de Waddenzee. Modelstudies hebben aangegeven dat de uitbreiding van de Rotterdamse haven met de tweede Maasvlakte, zal leiden tot een verbreding van de kusttrivier die bestaat uit verdunde uitstroom van de Rijn. De concentratie aan gesuspendeerd materiaal in het kustgebied zal hierdoor afnemen en hiermee mogelijk ook de influx van zwevend stof door het Marsdiep. De veerboot naar Texel is uitgerust met een zgn. ferrybox. Deze gegevens worden gebruikt om zowel de stroomsnelheden te berekenen, maar op basis van de sterkte het backscatter signaal kan ook informatie gekregen worden over de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal. Deze dataset wordt bij het NIOZ gebruikt om inzicht te krijgen in de transportmechanismen van sediment van de Noordzee naar de Waddenzee en welke factoren dit transport beïnvloeden.

E.3.2 IN PLACE (Integrated Network for Production and Loss Assessment in the Coastal Environment, NWO-ZKO programma 'draagkracht')  
De draagkracht van de Waddenzee voor individuele soorten of gemeenschappen is sterk afhankelijk van de voedselbeschikbaarheid en de kwaliteit daarvan. Deze worden bepaald door de primaire productie, het proces waarin microscopische algen de energie van zonlicht gebruiken voor de vorming van biomassa uit CO<sub>2</sub>, water en voedingsstoffen. Via een keten van eten-en-gegeten-woorden wordt dit voedsel doorgesluisd naar de hogere trofische niveaus en legt zo de basis voor de draagkracht voor vissen, vogels en zeezoogdieren. Naast de hoogte van primaire productiviteit door algen is ook de efficiëntie van voedseloverdracht tussen de opeenvolgende trofische niveaus bepalend voor de draagkracht. De efficiëntie van de eerste stap, de overdracht van algenbiomassa naar het zooplankton en het macrobenthos, wordt vooral bepaald door de timing van primaire productie en de soortensamenstelling van de algenpopulaties in de waterkolom (fytoplankton) en op het bodem-watergrensvlak (microfyto-benthos).

Om jaarlijkse aantallen en de dynamiek in en tussen verschillende trofische niveaus in de Waddenzee te begrijpen en uiteindelijk te kunnen voorspellen is minimaal een goede schatting vereist van primaire productie en algenbiomassa, aangevuld met informatie omtrent soortensamenstelling. Tot op heden zijn er nauwelijks waarnemingen die ons in staat stellen een goede schatting te maken, hetgeen samenhangt met de sterke en wisselende gradiënten in factoren die de productiviteit en soortensamenstelling van het fytoplankton en

microfytobenthos bepalen. Slibdynamiek is een van de factoren die in dit programma worden meegenomen. Dit project is dus belangrijk om de gevolgen van hoge of lage slibconcentraties op de productiviteit van het ecosysteem te kunnen evalueren.

### E.3.3 Projecten bij de Universiteit Utrecht

De UU doet veel onderzoek naar de aanvoer en verspreiding van fijn, gesuspendeerd sediment in kustwateren en de gevolgen voor de morfologie en ecologie. Veel van dit onderzoek heeft zich afgespeeld in tropische kustgebieden, maar een deel van deze fundamentele kennis is ook relevant voor het Waddengebied. De onderzoeken zijn uitgevoerd in het kader van NWO-ALW programma's, WOTRO (afdeling tropenonderzoek van NWO) en de KNAW. Op dit moment lopen projecten in het East Kalimantan programma van NWO-ALW, Wotro, KNAW en LIPI (Indonesian Institute of Sciences, Jakarta). In dit programma wordt door twee AIO's onderzoek gedaan naar de aanvoer en verspreiding van slib in de kustzone van de Berau delta (NO Borneo ofwel Kalimantan) i.v.m. de ecologische gevolgen van slibaanvoer voor de ontwikkeling van koraalriffen voor de kust. Beide onderzoeken kennen een sterke veld- en modelcomponent (o.a gebruik van Delft3D maar ook van ECOMSED model).

In het kader van veldonderzoek is tevens gewerkt aan de ontwikkeling van meet- en analysetechnieken om door een combinatie van ADCP en OBS instrumenten de fluxen van slib in het veld te kunnen bepalen. Op dit moment wordt door UU gewerkt aan een analysetechniek om op basis van gegevens van een horizontale ADCP te komen tot het bepalen van fluxen in benedenstroomse delen van rivieren, estuaria en getijdengeulen.

### E.3.4 Projecten bij de Technische Universiteit Delft

De secties Waterbouwkunde en Vloeistofmechanica aan de faculteit Civiele Techniek en geowetenschappen aan de TU Delft hebben een lange historie in het onderzoek naar hydrodynamica, (cohesief-)sedimenttransport en morfologie. In het kader van "Helder over slib", zijn drie onderzoekslijnen van belang:

- Numerieke modellen voor stroming en golven. Het numerieke model SWAN is ontwikkeld aan de TU Delft en wordt nog steeds beheerd. Op het gebied van de numerieke modellering van hydrodynamica ligt de nadruk momenteel op de ontwikkeling van modellen met "ongestructureerde" rekenroosters (met driehoeken als basis). Bovendien is recentelijk een nieuw project gestart waarin gebruik gemaakt wordt van subgrids. Hiermee kan op een efficiënte manier een gedetailleerd stroomveld berekend worden.
- Systeemanalyses van morfologie van zeegaten en estuaria. Op basis van data-analyses, geïdealiseerde modellen, en procesgebaseerde modellen worden estuaria en zeegaten onderzocht. Recente voorbeelden zijn de analyses voor de Westerschelde (Hibma, 2004), Marsdiep (Elias, 2005) en de Voordelta (Eelkema, lopend).
- Proceskennis erosie en depositie van slib. Op basis van laboratorium experimenten en veldmetingen wordt onderzoek gedaan naar het gedrag van slib en zand/slib mengsels. Recent is onderzoek gedaan naar erosie van zand/slibmengsels op intergetijdengebieden (Jacobs, 2010). Hierin is ook specifieke aandacht besteed aan modellering van biotische effecten op erosie. Op het gebied van flocculatie is recent een onderzoeksproject afgerond (Mietta, 2010), waarin de ontwikkeling van slibvlokken is gemeten (laboratorium) en gemodelleerd.

Er staan verschillende projecten op stapel in bovengenoemde onderzoekslijnen. Relevante lopende projecten aan de TU Delft zijn in het kader van Building with Nature ([www.ecoshape.nl](http://www.ecoshape.nl), zie ook sectie 5.3 ). Naast onderzoek in de Nederlandse wateren, is de TU Delft actief in China in het Yangtze Estuarium en de Gele Rivier.

**E.3.5 Onderzoek bij de TU Twente**

De vakgroep Water Engineering en Management (WEM) aan de faculteit Construerende Technische Wetenschappen van de UTwente heeft tot doel om het management van oppervlaktewateren te ondersteunen door kwantitatieve voorspellingen te doen van het effect van menselijke ingrepen op het systeem. De onderzoeksgroep heeft een lange historie in morfo-dynamisch modelleren door gebruik te maken van zowel geïdealiseerde modellen als complexe numerieke simulatie pakketten (Delft3D). Tevens is het vaststellen van onzekerheden een belangrijk speerpunt in het onderzoek van de vakgroep WEM (hoe zeker/onzeker is de kwantitatieve kennis?).

Relevant onderzoek in het kader van de werkconferentie 'Helder over Slib' is gedaan vanuit de onderzoeksrichting biogeomorfologie. In deze onderzoeksrichting wordt de interactie tussen waterbeweging, sediment transport en bodemorganismen welke hun leefomgeving aanpassen beschreven. De interactie tussen de kleinschalige activiteit van bodemorganismen en het grootschalige slib transport is gemodelleerd voor de Westelijke Waddenzee (Borsje, 2008). Vervolgens is de rol van mosselbanken op de slibhuishouding van een mudflat gemodelleerd (Van Leeuwen, 2009) en zijn, gezamenlijk met Deltares, stroomgoot experimenten uitgevoerd naar de afremming van stroming en demping van golven over een mossel en oesterbed (De Vries, 2009). De resultaten van deze onderzoeken laten een significante invloed van bodemorganismen op het slibtransport in de Waddenzee zien.

**E.3.6 Onderzoek bij het NIOO-CEME**

Bij het NIOO-CEME in Yerseke wordt systeemecologisch werk gedaan aan de tweezijdige interactie tussen organismen, die hun landschap vormgeven en de landschappen, die bepalen onder welke condities organismen leven. Hierbij worden theoretische modellen, laboratorium experimenten, waarnemingen en veldwerk gecombineerd om de gevolgen van de interactie tussen organismen en hun leefomgeving in kaart te brengen. Interactie tussen biologische en natuurlijke processen is hoofdzakelijk een kwestie van ruimte in estuariene landschappen. Bijvoorbeeld: de interactie tussen schorrenplanten met hydrodynamische krachten beïnvloedt de vorming van sediment in kwelders en resulteert uiteindelijk in de ruimtelijk gestructureerde vorming van oeverwolkreken in het zoutmoeras landschap. Het NIOO onderzoekt deze biofysische interacties en hun betekenis voor de samenstelling van leefgemeenschappen en het functioneren van het ecosysteem. Schorren, kwelders, mosselbedden, kiezelwierlagen, zeegrasbedden en andere estuariene ecosystemen als een model, maar proberen tegelijkertijd uit deze onderzoeken meer concepten te halen, die vaker toegepast kunnen worden in ecosystemen in het algemeen. Er lopen verschillende AIO onderzoeken naar de relatie tussen sediment, biota en stroming, waarvan enkele in het kader van het Building with Nature programma (zie sectie 5.3).

**E.4 Waddenfondsprojecten aan biobouwende soorten****E.4.1 Waddensleutels en Mosselwad**

Er zijn bij de tweede tender van het Waddenfonds twee projecten van start gegaan die betrekking hebben op de stabiliteit van mosselbanken. Ofschoon deze projecten weinig directe metingen doen aan effecten van mosselbanken op slibhuishouding kan hieruit veel belangrijke informatie worden gehaald m.b.t. het potentieel van slibvangst door mosselbanken

In het project Mosselwad gaat een consortium van verschillende instituten (EUCC, Universiteit Utrecht, IMARES, SOVON, NIOZ en NIOO) samenwerken om na te gaan hoe we kunnen stimuleren dat er weer een normale situatie ontstaat wat betreft mosselbanken. Dat wil zeggen een meer natuurlijke verspreiding van die banken en een evenwichtige

leeftijdsopbouw. Dus banken van verschillende leeftijden en in verschillende stadia van opbouw en afbraak. Er zullen ook pogingen worden ondernomen om op geschikte plaatsen mosselbanken aan te leggen. Pogingen daartoe zijn tot nu toe meestal mislukt. In eerste instantie zal het project zich daarom richten op het begrijpen van factoren die de overleving van banken bepalen. Een aantal banken zal in detail worden bestudeerd, onder andere met webcams, onderwatervideo, sidescan sonar en apparatuur die golven en stroming meet.

Concreet worden metingen uitgevoerd naar reproductie, nutriëntbeschikbaarheid, (vogel)predatie, mosselbedekking en –dichtheid, competitie met Japanse oester en effecten van golven, stroming en stormen.

Om de mogelijkheid van actief natuurherstel te onderzoeken wordt op 15 hectare wadplaat mosselzaad aangebracht. Deze activiteit is dus behalve onderzoek een gerichte herstelmaatregel die wordt betaald door Rijkswaterstaat.

Het project Waddensleutels is een initiatief van vooral NIOZ en de Universiteit van Groningen en bestaat uit twee onderdelen. Op drie locaties (Schiermonnikoog, Ameland en Griend) worden praktijkproeven genomen om te achterhalen welke factoren de vestiging van mosselen bepalen. Hiertoe wordt in gecontroleerde vorm de vestiging gestimuleerd door het aanbieden van substraat, en wordt overslibbing gereduceerd.

Daarnaast worden jaarlijks 12.000 monsters die in het kader van andere monitoringsprogramma's worden verzameld op isotopen geanalyseerd. De samenstelling van isotopen in een monster geeft aan hoe complex het voedselweb ter plekke is. De resultaten worden in een "voedselwebkaart" van de Waddenzee samengevat.

## E.5 Building with Nature

Building with Nature is een publiek-privaat innovatieprogramma, met als uitdaging om een nieuwe manier van denken én doen te ontwikkelen die is gebaseerd op de samenwerking tussen bedrijfsleven, overheden, kennisinstellingen en universiteiten. Vrijwel alle hierboven genoemde instituten en universiteiten participeren in projecten van dit programma. Building with Nature speelt in op door de waterbouwsector gesignaleerde knelpunten en sluit aan bij de beleidsvoornemens van het Rijk. Binnen dit programma lopen verschillende onderzoeksprojecten die betrekking hebben op slibhuishouding. Sommige projecten zijn gebiedsspecifiek. Voorbeelden in de Zuidwestelijke Delta hiervan zijn:

- ZW 2.3 - analyse and modellering van ecologische en morfologische effecten van plaatsuppleties in de Oosterschelde
- ZW 2.4 - de rol van biobouwers bij de ecomorfologische ontwikkeling van intergetijde habitats
- ZW 3.2 - morphodynamische koppeling tussen estuarium en de Voordelta

Tevens zijn er meer generieke Natuurwetenschappelijke studies zoals:

- NTW 1.3 - modelleren van slibdynamiek op slikken in estuaria en kustgebieden
- NTW 2.3 - modelleren van biota-slib interacties in estuaria
- NTW 3.1 - budget modellering van fijn sediment in de Nederlandse kustzone

Dit is slechts een greep van de meest relevante projecten. Een uitgebreidere beschrijving is te vinden op de website van Ecoshape: <http://www.ecoshape.nl/projects>. De projecten worden uitgevoerd door een groot aantal universiteiten en onderzoeksinstituten, zowel fundamenteel als toegepast.

## E.6 Waddenfonds project “slibstromen en biobouwers” in ontwikkeling

Dit project zal bij de volgende tender van het Waddenfonds worden ingediend. Het consortium bestaat uit

- Vereniging Kust en Zee
- Deltares



- NIOZ
- Technische Universiteit Delft
- Rijksuniversiteit Groningen
- NIOO-CEME
- Imares
- Waddenvereniging

Hoofddoelstelling van dit project is het leveren van een bijdrage aan een betere waterkwaliteit van de Waddenzee met betrekking tot zwevend slib. Wij verschaffen met dit project inzicht in de effectiviteit en reikwijdte van ingrepen op het systeem en maatregelen die betrekking hebben op menselijk gebruik van het systeem op de slibhuishouding, doorzicht en natuurwaarde. Door een combinatie van zowel conceptuele als numerieke modellering, gevoed door een goed doordacht meetprogramma en aanvullende experimenten die basis parameters op de modellering kunnen leveren moet er een handvest voor autoriteiten en managers komen waarmee effecten van menselijk handelen getoetst kunnen worden.

Als product moet dit project een handboek opleveren voor managers, waarmee activiteiten in het Waddengebied getoetst kunnen worden op mogelijke effecten op slibdynamiek en doorzicht. Dit handvest moet ondermeer inzicht geven over de te verwachten tijd en ruimteschalen waarop effecten plaatsvinden. Dit handboek zal nadrukkelijk geen richtlijnen en normering voor gebruik opstellen, want dat is een verantwoordelijkheid van het bevoegd gezag.

Om bovenstaande doelstelling te kunnen bereiken wordt een programma opgezet dat de huidige kennis gebruikt en in beperkte mate aanvult met metingen en experimenten op processen waarvan wordt verwacht dat ze grootschalige invloed hebben. De tijd- en ruimteschalen staan hierin centraal (zoals daar bijvoorbeeld zijn in termen van oplopende schaal: een schelpdier en zijn omgeving, een schelpdierenhabitat, het stelsel van wadplaat - wadgeul, en een kombergingsstelsel, uitwisseling tussen Noordzee en Waddenzee).

Zowel conceptuele als numerieke modellering moet gevoed worden met data, zowel voor kalibratie als voor validatie. Waar mogelijk zal gebruik worden gemaakt van monitordata die worden verzameld in reguliere programma's en in lopende onderzoeksgerichte programma's zoals het ZKO.

Over de relatie tussen slib, hydrodynamica en biota is al vrij veel bekend, al betreft het wel vaak kleinschalige proeven in stroomgoten. Op een aantal punten is duidelijk nog noodzaak aan aanvullende metingen. De metingen aan processen rond slib en biota zullen worden beperkt tot:

- Soorten waarvan op voorhand mag worden verondersteld dat ze een systeembreed effect hebben op doorzicht. Voorbeeld hiervan is vastlegging van slib door benthische diatomeeën. Vooral vanwege de enorme oppervlakte die deze soorten kunnen beslaan zal meer inzicht in de dynamiek van deze soorten en de doorvertaling op erosie en sedimentsterkte noodzakelijk zijn.
- Enkele soorten waar vrijwel niets van bekend is op het gebied van effecten op erodeerbaarheid van sediment maar die wel in grote aantallen voorkomen (voorbeeld: *Ensis directus*)
- De doorvertaling van effecten op kleine schaal naar grotere schaal, met inachtneming van verdeling van biomassa over de ruimte (patch formatie)
- Effecten van de vorming van slib door biota op belangrijke parameters voor modellering, zoals zinksnelheid, erodeerbaarheid en flocculatie (vorming van aggregaten waardoor deze parameters worden beïnvloed).

Alle veldmetingen en processtudies moeten in principe parameters toeleveren aan de modelvorming.