

**Naar een langjarig
onderzoeksprogramma
morfologie Waddenzee**

Resultaten 2016



**Naar een langjarig
onderzoeksprogramma morfologie
Waddenzee**

Resultaten 2016

Janssen, Stephanie
Taal, Marcel
Cleveringa, Jelmer
Lofvers, Ernst
Mulder, Herman
Oost, Albert
Wang, Zheng Bing

1230032-000

Titel

Naar een langjarig onderzoeksprogramma morfologie Waddenzee

Opdrachtgever

RWS-NN
RWS-WVL

Project

1230032-000

Kenmerk

1230032-000-ZKS-0004

Pagina's

55

Trefwoorden



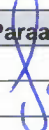
Morfologie, Waddenzee, onderzoeksprogramma, beheer

Samenvatting

Dit document is de eerste aanzet voor een langjarig onderzoeksprogramma morfologie van de Waddenzee. Rijkswaterstaat geeft hiermee uitvoering aan 'actie 4' van de Samenwerkingsagenda voor het beheer van de Waddenzee (Regiecollege Waddengebied and Beheerraad Waddengebied 2014). Deze actie heeft als doel te komen tot een "Gezamenlijk lange termijnanalyse van de morfologische ontwikkelingen Waddensysteem in verband met scheepvaart en veiligheid" (p.11). Met een langjarig onderzoeksprogramma wil Rijkswaterstaat het morfologisch onderzoek op meer structurele wijze organiseren zodat minder ad hoc hoeft te worden gereageerd op vraagstukken. Dit is een meer strategische (proactieve) aanpak, gebaseerd op onderhoud en ontwikkeling van de morfologische kennisbasis en betere informatievoorziening. De morfologische ontwikkeling van de Waddenzee is sterk bepalend voor huidige en toekomstige beheeropgaven.

Het onderzoeksprogramma is opgebouwd uit vier samenhangende elementen, die ook in vier hoofdstukken worden beschreven. De beheervragen vormen het uitgangspunt van het onderzoeksprogramma (H2). De bestaande morfologische inzichten vormen de inhoudelijke basis en zijn beschreven in het conceptueel model voor morfologie van de Waddenzee (H3). Op basis van het conceptueel model kan een deel van de beheervragen worden beantwoord. Het benodigde onderzoek volgt uit de bestaande kennis en de beheervragen (H4). De organisatie van het onderzoekprogramma en de samenwerking met de omgeving middels een kenniscommunity vormt het vierde element van het onderzoeksprogramma (H5).

De ontwikkeling van een langjarig onderzoeksprogramma morfologie Waddenzee wordt voortgezet in 2017. Dit betreft zowel de inhoudelijke uitvoering van (deel van) het programma als het verder brengen van de samenwerking met de omgeving en het verder uitwerken van het onderzoeksprogramma. Dit laatste betekent het uitwerken van een meerjarig tijdspad en de daarvoor (globaal) benodigde middelen.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
def	Jan. 2017	Janssen, Stephanie		Arno Nolte		Frank Hoozemans	
		Taal, Marcel					
		Cleveringa, Jelmer					
		Lofvers, Ernst					
		Mulder, Herman					
		Oost, Albert					
		Wang, Zheng Bing					

Status

definitief

Inhoud

Samenvatting	1
1 Introductie	3
1.1 Het belang van het Waddengebied en het morfologisch beheer ervan	3
1.2 Urgentie van een onderzoeksprogramma Morfologie van de Waddenzee	3
1.3 Opzet, aanpak en afbakening	5
1.4 Status	7
2 Vragen van de beheerders	9
2.1 Beheervragen per thema en cluster rond thema morfologie	9
2.2 Samenvatting belangrijkste beheervragen	11
2.3 Benodigde kennis	12
3 Conceptueel model morfologie Waddenzee	13
3.1 Gebiedsbeschrijving	13
3.2 De Waddenzee beschouwen op verschillende schaalniveaus	14
3.3 Sedimenthuishouding: vraag, aanbod en transportcapaciteit	16
3.4 Dynamische evenwichten	18
3.5 De mesoschaal	20
3.6 Waddeneilanden	24
3.7 De stap naar een onderzoeksplan: formuleren kennisvragen	26
4 Onderzoeksplan	29
4.1 Uitwerking kennisvragen mega- en macroschaal sedimenthuishouding	29
4.2 Onderzoeksaanpak kennisvragen mega- en macroschaal	32
4.3 Onderzoeksaanpak mesoschaal	36
4.4 Overige vraagstukken	46
4.4.1 Invloed ontwikkeling buitendelta's op de Waddenzee	46
4.4.2 Invloed kustsuppleties op de Waddenzee	47
4.4.3 Invloed vastleggen van de eilandkoppen op de Waddenzee	47
4.4.4 Vraagstukken omtrent vertroebeling	48
4.5 Vraagstukken omtrent de Informatiebehoefte en beschikbaarheid van gegevens	48
5 Organisatie onderzoeksprogramma	51
5.1 Kenniscommunity in het Schelde-estuarium, als voorbeeld	51
5.2 Organisatie kenniscommunity morfologie Waddenzee: uitgangspunten	52
5.3 Naar een kenniscommunity morfologie Waddenzee: te nemen stappen	54
6 Referenties	55
Bijlage(n)	
A Kust2005-werkwijze	A-1
B Verslag workshop morfologie beheerders 24 maart 2016	B-1

C	Verslag interne bijeenkomst Deltares 26 mei 2016	C-1
D	Verslag Expert Workshop Onderzoeksprogramma morfologie Waddenzee, 30 juni 2016 te Utrecht	D-1
E	Verslag overleg RWS, PRW en Waddenacademie, 14 december 2016	E-1
F	Formules voor beschrijving dynamische evenwichten	F-1
G	Lopend onderzoek gerelateerd aan morfologie Waddenzee	G-1

Samenvatting

Dit document is de eerste aanzet voor een langjarig onderzoeksprogramma morfologie van de Waddenzee. Rijkswaterstaat geeft hiermee uitvoering aan 'actie 4' van de Samenwerkingsagenda voor het beheer van de Waddenzee (Regiecollege Waddengebied and Beheerraad Waddengebied 2014). Deze actie heeft als doel te komen tot een "Gezamenlijk lange termijnanalyse van de morfologische ontwikkelingen Waddensysteem in verband met scheepvaart en veiligheid" (p.11). Met een langjarig onderzoeksprogramma wil Rijkswaterstaat het morfologisch onderzoek op meer structurele wijze organiseren zodat minder ad hoc hoeft te worden gereageerd op vraagstukken. Dit is een meer strategische (proactieve) aanpak, gebaseerd op onderhoud en ontwikkeling van de morfologische kennisbasis en betere informatievoorziening. De morfologische ontwikkeling van de Waddenzee is sterk bepalend voor huidige en toekomstige beheeropgaven.

Het onderzoeksprogramma beslaat zowel korte als lange termijn tijdschalen en alle ruimteschalen. Het is opgebouwd uit vier samenhangende elementen die in vier hoofdstukken worden beschreven:

- Hoofdstuk 2. Een overzicht van beheervragen, opgesteld door Rijkswaterstaat en grotendeels gebaseerd op de uitkomsten van een workshop met beheerders in maart 2016 (bijlage B).
- Hoofdstuk 3. Een conceptueel model van de morfologie van de Waddenzee, gebaseerd op de huidige stand van kennis en inzichten. Op basis van het conceptueel model kan een deel van de beheervragen worden beantwoord. Tevens dient het om naar beheerders en stakeholders de bestaande kennis over de Waddenzee te communiceren.
- Hoofdstuk 4. Een – nog niet geprioriteerd - overzicht van de kennis/onderzoeksopgaven, gegeven de beheervragen en de stand van de kennis die in het conceptueel model is samengevat.
- Hoofdstuk 5. Een eerste schets voor de organisatie van samenwerking met de omgeving middels een kenniscommunity.

Behalve de workshop met beheerders zijn er bijeenkomsten geweest met inhoudelijke specialisten (Bijlagen C en D). In december 2016 is op basis van een concept van dit document met de twee belangrijke kennispartners voor morfologie van de Waddenzee de mogelijke samenwerking besproken: de Waddenacademie en het Programma naar een Rijke Waddenzee (Bijlage E). Van al deze bijeenkomsten zijn de verslagen in dit document opgenomen. Vooral uit de laatste bijeenkomst bleek dat beter samenwerken op dit gebied 'voor het oprapen' ligt. Er zijn veel handreikingen gedaan en Rijkswaterstaat heeft hierin toegezegd de eerste stap te nemen. Tegelijkertijd moet niet onderschat worden dat voor een goede en vloeiende samenwerking nog de nodige organisatorische uitdagingen liggen, zoals het verbinden van de vele partijen en initiatieven en het ontwikkelen van een gedeeld beeld met betrekking tot de morfologische werking van de Waddenzee.

Het werk aan een langjarig onderzoeksprogramma morfologie Waddenzee wordt voortgezet in 2017. Er wordt gestart met besluitvorming over de prioritaire activiteiten, zowel inhoudelijk (wat is urgent en no-regret) als ook wat betreft het verder brengen van de samenwerking met de omgeving. Onderdeel hiervan is het verder uitwerken van het onderzoeksprogramma, met daarin een meerjarig tijdspad en de (globaal) benodigde middelen.

1 Introductie

1.1 Het belang van het Waddengebied en het morfologisch beheer ervan

Het Waddengebied is een uniek en waardevol gebied. Met een oppervlakte van bijna 15.000 km², waarvan 4.000 km² in Nederland (inclusief kustzone), 9.200 km² in Duitsland en 1.500 km² in Denemarken is het Waddengebied het grootste aaneengesloten wetland ter wereld (Marencic and De Vlas 2009). In 2009 heeft het de status van UNESCO wereld erfgoed gekregen. Een officiële erkenning van het gebied als 'uniek' en 'onvervangbaar' voor de wereld.

Het Waddengebied is geen volledig natuurlijk systeem. Menselijke invloeden hebben het gebied mede gevormd en doen dat nog steeds. Daarnaast maakt de mens op vele manieren gebruik van het Waddengebied en is er afhankelijk van. De afsluitingen van de Zuiderzee (1932) en het Lauwersmeer (1969) hebben grote invloed op het systeem en ook de vele inpolderingen hebben het Waddengebied drastisch beïnvloed. Deze ingrepen hebben nog altijd effect op het morfologisch evenwicht. De kustlijn en de Waddeneilanden worden op hun plaats gehouden door middel van onder meer zandsuppleties. Een suppletie betekent extra zand in het gehele Waddengebied en geeft veranderingen in vraag en aanbod van sediment tussen onderdelen van het Waddengebied. Er zijn nog meer menselijke ingrepen die vraag en aanbod van sediment door de Waddenzee beïnvloeden. Vaarwegen en havens worden gebaggerd om de bereikbaarheid in stand te houden. Ook vinden mijnbouwactiviteiten plaats, waardoor de ondergrond op verschillende plekken daalt en wordt er nog zand gewonnen. De veiligheid die dijken en dammen langs de Waddenzee bieden is mede afhankelijk van de morfologie. Voor de visserij is de Waddenzee vooral van belang voor schelpdieren en garnalen, wat met bodemberoerende technieken gebeurt en dus ook gevolgen heeft voor de sedimenthuishouding. Bovendien wordt de invloed van klimaatverandering op de Waddenzee waarschijnlijk groter, maar onbekend is welke uitwerking dit precies zal hebben.

Goed beheer is nodig om de bijzondere waarde van het Waddengebied te behouden en er ook in de toekomst van te kunnen profiteren. Een belangrijke voorwaarde daarvoor is een degelijke kennisbasis over hoe het Waddensysteem werkt, zich ontwikkelt en wat de invloed is van menselijke activiteiten. Een belangrijk deel van die kennis betreft de fysische processen: de waterbeweging, de bodemdynamiek en de bodemeigenschappen, die hier geschaard worden onder de term (hydro)morfologie.

1.2 Urgentie van een onderzoeksprogramma Morfologie van de Waddenzee

De complexiteit in het beheer van Waddengebied en Waddenzee is groot. Er zijn 13 verschillende beheerders (Algemene Rekenkamer 2013). Hieronder vallen de Waddenunit van het ministerie van Economische Zaken (EZ), Rijkswaterstaat (RWS), de Waddenprovincies, terreinbeheerders en provinciale natuurorganisaties. Beheeractiviteiten betreffen het fysieke beheer van het gebied (zoals vaargeulonderhoud door RWS of het onderhoud van kwelders door provinciale natuurorganisaties), maar ook de vergunningverlening, handhaving en monitoring. Daarnaast maken partijen als het Waddenfonds (subsidieert economische en ecologische activiteiten), de Waddenacademie (faciliteert kennisontwikkeling in het Waddengebied), het Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW) (samenwerkende partijen aan een duurzame Waddenzee), en waterschappen deel uit van het speelveld.

Er is een algemene behoefte aan eenduidige inzichten in morfologische ontwikkelingen, voor zowel de korte als lange termijn. Een gestructureerd langjarig onderzoek om de verschillende vraagstukken, van verschillende partijen, te kunnen beantwoorden, ontbreekt vooralsnog. Er zijn debatten over die ontwikkeling gaande die nog altijd niet geklaard worden. Bijvoorbeeld over de hoeveelheid slib in Waddenzee, het doorzicht, het effect van zandsuppleties op de sedimenthuishouding, het verdiepen van vaargeulen en in hoeverre bepaalde ontwikkelingen cumuleren. Dit leidt tot discussie en onrust over effecten van menselijk handelen. De complexiteit maakt het moeilijk om effecten van beheer en ingrepen te duiden. De Algemene Rekenkamer (2013) signaleerde dat de beheerders in het Waddengebied niet goed samenwerken. Door de verdeelde verantwoordelijkheden en vele initiatieven is ook de kennis versnipperd en onvoldoende geborgd en gedeeld.

Naar aanleiding van het Algemene Rekenkamer rapport hebben het Regiecollege Waddengebied¹ (RCW) en de Beheerraad Waddengebied² een samenwerkingsagenda voor het beheer van de Waddenzee opgesteld (Regiecollege Waddengebied and Beheerraad Waddengebied 2014). In deze samenwerkingsagenda zijn 24 acties gedefinieerd. Actie 4 heeft betrekking op morfologische kennisontwikkeling en heeft tot doel om tot een “Gezamenlijk lange termijnanalyse van de morfologische ontwikkelingen van de Waddenzee” te komen”. Rijkswaterstaat vervult hierin de coördinerende rol. Het voorliggende onderzoeksprogramma past in de uitvoering van deze Actie 4. Het belang van een goede kennisbasis voor (gezamenlijk) beheer en beleidsontwikkeling met betrekking tot de Waddenzee staat ook in de Kennisagenda Waddengebied van Rijkswaterstaat Noord-Nederland (zie kader) (Janssen and Lofvers 2016).

Met een langjarig onderzoeksprogramma wil Rijkswaterstaat onderzoek op meer structurele wijze organiseren zodat minder ad hoc hoeft te worden gereageerd op langskomende morfologische vraagstukken. Dit is een meer strategische (proactieve) aanpak, gebaseerd op morfologische kennis en betere informatievoorziening. Omdat morfologie bovendien sterk bepalend is voor de huidige en toekomstige beheeropgaven, wordt gestreefd naar een langlopend onderzoeksprogramma.

Kennisagenda Waddengebied

Rijkswaterstaat Noord-Nederland heeft (ook in het kader van de Samenwerkingsagenda) een Kennisagenda voor het Waddengebied opgesteld waarin naar voren komt dat een goed uitvoerbaar beheer van de Waddenzee, nu en in de toekomst, baat heeft bij een goede kennishuishouding, ook rond het thema morfologie. Het wordt gezien als een belangrijke basis voor de sturing aan de project- en onderzoeksprogrammering, de uitvoering van beheertaken, beleidsadvisering en voor een goede dialoog (‘met kennis van zaken’) met de omgeving. Kennis over het beheergebied is ook nodig voor beleidsontwikkelingen en visievorming op lange termijnontwikkelingen, zoals in het kader van de herziening Structuurvisie Waddengebied in 2017, klimaatverandering (Deltaprogramma), en natuurbehoud/-ontwikkeling (via Kaderrichtlijn Water, opgave Natura 2000 en Natuurambitie Grote Wateren).

¹ “Het RCW is een afstemmingsoverleg waar informatie wordt gedeeld en men zich met respect voor bestaande afspraken buigt over de ontwikkelingen die ontstaan binnen het gebied” (www.waddenloket.nl)

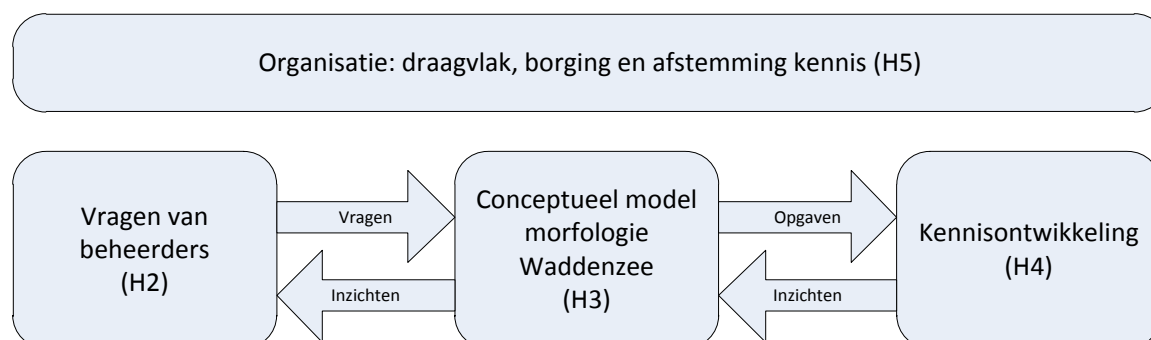
² “De Beheerraad Waddengebied is een overlegorgaan waarin alle beheerders van het Waddengebied zijn vertegenwoordigd. [...] PRW ondersteunt de Beheerraad Waddengebied door uitvoering van de secretarisfunctie. Het overleg wordt voorgezeten vanuit het ministerie van Economische Zaken.” (www.rijkwaddenzee.nl)

De Kennisagenda hanteert voor het uitwerken en het verfijnen van de kennisbehoefte een werkwijze volgens de beheercyclus. Uitgangspunt is dat een goed beheer bestaat uit een gesloten cyclus van beleidsvisies, concrete doelen, uitvoering van beheertaken, monitoring en evaluatie. Bij het doorlopen van de beheercyclus ontstaan beheer- en kennisvragen, waarvoor vaak gericht onderzoek nodig is. De Kennisagenda stelt dat dit onderzoek moet worden ondergebracht in verschillende programma's om tot een gestructureerde aanpak te komen.

Dit voorliggende onderzoeksprogramma is een verdere uitwerking van de Kennisagenda rondom het thema morfologie.

1.3 Opzet, aanpak en afbakening

Het onderzoeksprogramma is opgebouwd uit vier afzonderlijke elementen welke in verschillende hoofdstukken worden beschreven (Figuur 1.1). De vragen die bestaan bij de beheerders van de Waddenzee vormen het uitgangspunt van het onderzoeksprogramma en zijn weergegeven in hoofdstuk 2. De bestaande morfologische inzichten vormen de inhoudelijke basis en zijn beschreven in het conceptueel model voor morfologie van de Waddenzee in hoofdstuk 3. Op basis van het conceptueel model kan een deel van de behevragen worden beantwoord. Tevens dient het om naar beheerders en stakeholders de bestaande kennis over de Waddenzee te communiceren. Het benodigde onderzoek volgt uit de bestaande kennis en de behevragen en is benoemd in hoofdstuk 4. Voor de organisatie van het onderzoekprogramma en de samenwerking met de omgeving middels een kenniscommunity is een voorzet gedaan in hoofdstuk 5. Figuur 1.1 geeft de samenhang tussen de afzonderlijke onderdelen. Deze werkwijze is geïnspireerd op de werkwijze in het morfologisch onderzoek aan de westkust van Ameland (Cleveringa et al. 2005), waarin vragen van de kustbeheerder worden beantwoordt en tegelijkertijd generieke kennis wordt ontwikkeld (zie bijlageA). Er wordt voorzien dat het uitvoeren van het onderzoeksprogramma ook deze werkwijze volgt.

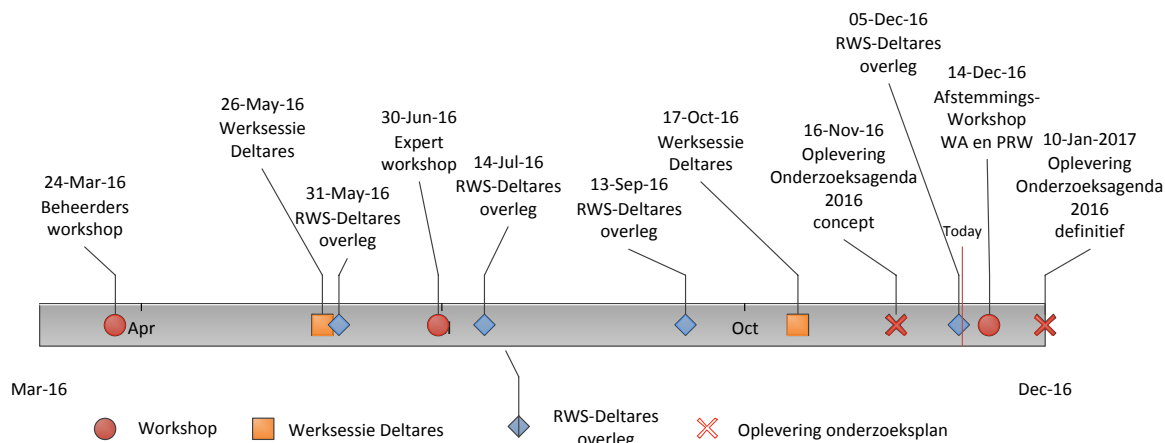


Figuur 1.1 Samenhang tussen beheerdersvragen, conceptueel model, kennisontwikkeling en organisatie

Aanpak

De vragen van beheerders zijn in beeld gebracht tijdens een workshop met beheerders in maart 2016 (verslag zie bijlage B. Het conceptueel model is ontwikkeld met experts op gebied van morfologie van de wadden via twee werksessies en een expertworkshop (bijlagenC en D). Eind 2016 is het concept onderzoeksprogrammadoocument besproken door de drie belangrijkste actoren op het gebied van kennis van de Waddenzee: Rijkswaterstaat (met Deltares als kennispartner), het PRW en de Waddenacademie (bijlage E). In dit overleg is afgesproken gezamenlijk de kennisopgaven op te pakken, ieder vanuit de eigen rol. Hierna is dit document bijgesteld en afgerond.

Dit document is tot stand gekomen in overleg met RWS en is het resultaat van meerdere bijeenkomsten in 2016 (Figuur 1.2). Tevens heeft RWS het voortouw genomen in het uitwerken van de beheervragen in hoofdstuk 2.



Figuur 1.2 Bijeenkomsten en mijlpalen in het kader van de ontwikkeling van het onderzoeksprogramma 2016

Afbakening gebied

De focus van dit document ligt op de morfologie van de Waddenzee. Het onderzoek zal echter in het bredere kader van het gehele (Nederlandse) Waddengebied geplaatst worden, gezien de duidelijke samenhang en overlap met onderzoek elders. We spreken in dit stuk afwisselend over Waddengebied en Waddenzee. De Waddenzee (inclusief Eems-Dollard) is onderdeel van het Nederlandse Waddengebied (zie Figuur 1.3). Andere onderdelen zijn de Waddeneilanden met Noordzeekusten en de buitendelta's. Het Nederlandse Waddengebied bestaat uit zeven 'zeegatsystemen', elk bestaand uit een buitendelta, eilanden aan weerszijden en een getijdebekken c.q. kombbergingsgebied.



Figuur 1.3 Onderscheid Waddenzee en Waddengebied

Met onderzoeksprogramma's in aangrenzende gebieden moet samenhang en samenwerking worden bereikt. De Eems-Dollard kent al een eigen langjarig morfologisch onderzoekstraject (Dankers 2016). Morfologisch onderzoek over de Noordzeekusten wordt onder andere verricht binnen Kustgenese II en B&O kust. Ook vindt kennisontwikkeling plaats in kader van

Kaderrichtlijn Water. Een aanzet voor de afstemming van dit onderzoeksprogramma met andere onderzoekstrajecten komt aan de orde in hoofdstuk 5.

1.4 Status

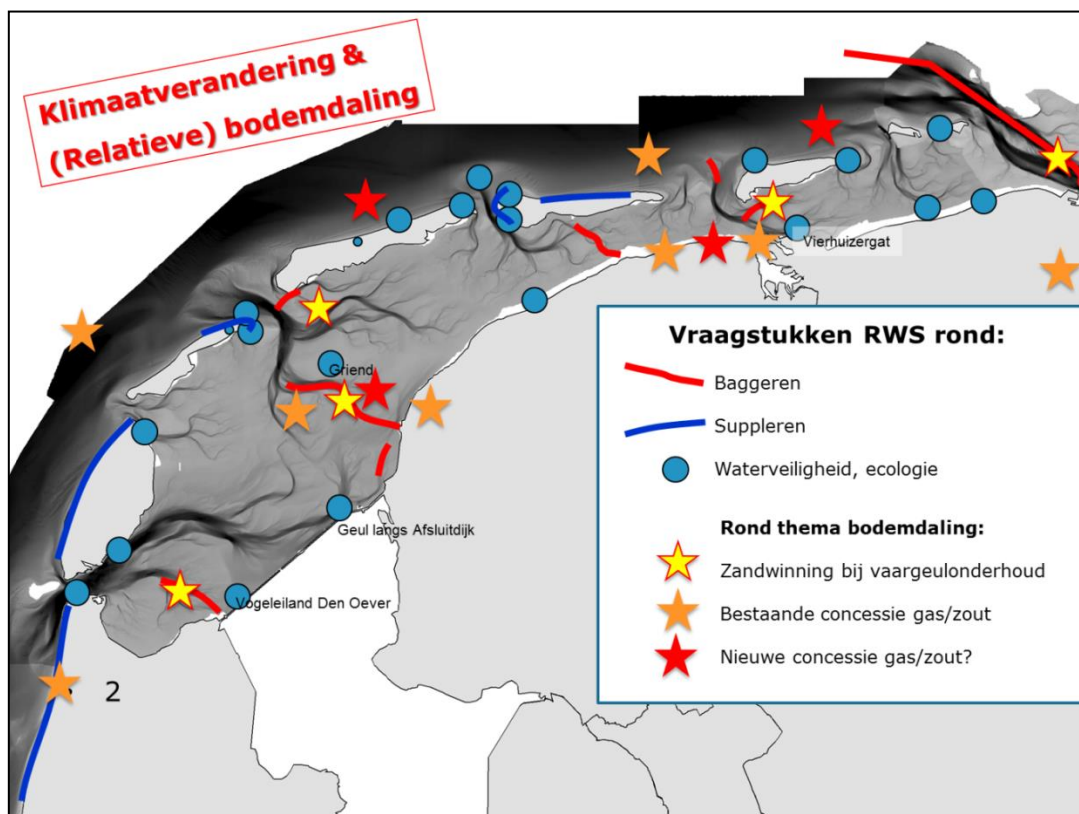
Dit document is geen afgerond onderzoeksprogramma, maar een eerste opzet naar een langjarig onderzoeksprogramma. Op dit moment is voor de kennisontwikkeling nog geen prioritering toegevoegd aan de onderzoeksvragen en ook zijn nog geen gedetailleerde plannen voor de uitvoering van het onderzoek ontwikkeld. Dit document vormt onderdeel van zowel een proces van morfologische kennisontwikkeling als van een proces van ontwikkelen van samenwerking.

Het vervolg van het programmeren van kennisontwikkeling, binnen de beoogde samenwerkingen betekent dat er een *dynamisch* onderzoeksprogramma is. De in dit document benoemde beheervragen, conceptueel model en keuzes voor onderzoek zullen in de loop van de tijd veranderen en worden aangepast, door nieuwe vragen, inzichten of prioriteiten. Ook de samenwerking met stakeholders en andere onderzoeksactiviteiten kan aanleiding zijn het programma aan te passen en aan te scherpen.

Het voornemen is om in 2017 de uitvoering te starten door veel van de vragen/opgaven te richten op één (in januari 2017 te kiezen) kombergingsgebied. Het verder vormgeven van de samenwerking en afstemming met partijen in de omgeving is een tweede belangrijke opgave voor 2017. Denk hierbij ook aan de afstemming met andere onderzoekstrajecten en projecten zoals de verdieping van de vaargeul Holwerd-Ameland. Omdat tot nu toe de aandacht vooral is uitgegaan naar de beheervragen zal in 2017 ook de verbinding met de beleidsvragen versterkt worden en getoetst worden of dit wijzigingen in de keuzes voor onderzoek met zich meebrengt.

2 Vragen van de beheerders

Bij het opstellen van het onderzoeksprogramma zijn de morfologie gerelateerde vragen van de verschillende beheerders uitgangspunt. Deze beheervragen zijn geïnventariseerd middels een beheerdersworkshop waarin veel beheerders aanwezig waren (Bijlage B). De vragen zijn in dit hoofdstuk samengevat. De veelheid aan morfologie-gerelateerde vraagstukken is ook in Figuur 2.1 weergegeven (presentatie Ernst Lofvers 24 maart 2016). Dit betreft projecten en ingrepen in de Waddenzee waarmee Rijkswaterstaat te maken heeft/betrokken is en die ingrijpen in en/of gerelateerd zijn aan de morfologische ontwikkeling van het Waddengebied.



Figuur 2.1 Overzicht morfologische vraagstukken in het Waddengebied waarmee Rijkswaterstaat te maken heeft

2.1 Beheervragen per thema en cluster rond thema morfologie

De beheervragen zijn in de workshop ingedeeld in 4 thema's: Natuur, Waterveiligheid, Bereikbaarheid en Gebruik (overig). Om tot een samenvatting te komen is een clustering toegepast, op basis van 3 "hoofdvragen":

1. Gevolgen van autonome hydromorfologische ontwikkelingen (incl. zeespiegelstijging)
2. Gevolgen van ingrepen in de hydromorfologie (m.n. baggeren, kustsuppleties, delfstoffenwinning, visserij)
3. Hoe kan op duurzame wijze optimaal met de natuurlijke processen in het systeem meebewogen worden?

Het verschil tussen de eerste twee clusters is het onderscheid tussen het begrijpen van de natuurlijke ontwikkelingen en een referentiesituatie kennen (T-nul en trend) en wat de

effecten zijn van menselijke ingrepen. Het derde cluster volgt uit de wens om bij ingrepen meer in te spelen op de natuurlijke ontwikkelingen en zo op innovatieve wijze maatregelen te nemen. In onderstaande tabellen komen alle opmerkingen uit de beheerdersworkshop in verkorte vorm terug. Ze laten de veelheid aan vragen duidelijk zien. De getallen achter het thema geven het totaal aantal van vragen en opmerkingen weer. Bij de afzonderlijke onderdelen staat het nummer van de vraag of opmerking, waarmee ze in het verslag van de workshop terug te vinden zijn.

Tabel 2.1 Cluster 1. Gevolgen van autonome hydromorfologische ontwikkelingen (op de verschillende thema's)

Natuur (24)	Waterveiligheid (9)	Bereikbaarheid (10)	Gebruik (6)
<ul style="list-style-type: none"> Eilandstaarten en zeespiegelstijging (1) Ecologie (2, 5) Habitatontwikkeling, kwaliteit en omvang (3,19) Voedselweb (6, 9, 20) Zeegrasvelden (doelstelling) (8, 24) Mosselbanken (8, 24) Sedimenttextuur en biobouwers (9) Ecologische diversiteit (e.g. vissen) (15) Korrelgrootteverdeling; ribbels, veenresten, klei-/schelpenbanken (15) Interactie geulen en kust (17) Achteruitgang vis en kinderkamerfunctie (22) Afname vogels (23) 	<ul style="list-style-type: none"> Waddensysteem op lange termijn en waterkeringen (1) Ontwikkeling geulen (4) Areaal (gegevens op orde) (9) 	<ul style="list-style-type: none"> Lange en korte termijn gevolgen (1) Beleid bereikbaarheid (1) Bereikbaarheid havens (2) Baggerbezwaar (3) Veiligheid scheepvaart (regelgeving) (8) 	<ul style="list-style-type: none"> Informereren recreanten, o.a. wadlopers en wadvaarders (1) Zonerings wad voor diverse doelgroepen (1) Dekking op kabels en leidingen (3) Aanleg "stopcontacten"(3) Zoetwaterafvoer (6) Gebruik vispassages (6)

Tabel 2.2 Cluster 2. Gevolgen van ingrepen op de hydromorfologie

Natuur (24)	Waterveiligheid (9)	Bereikbaarheid (10)	Gebruik (6)
<ul style="list-style-type: none"> Ecologie (2, 10, 20) Strand en duin (10) Korrelgrootteverdeling komberging (12) Verhouding tot natuurlijke dynamiek (13) Morfologie (11,17) Wat is een significant effect? (18) 	<ul style="list-style-type: none"> Ingreep t.b.v. veiligheid en effect ecologie (3) Ecologie en suppleties (5) Adaptief beheer dijken en nieuwe toetsingsconcepten (6) Waddensysteem en delfstoffenwinning (7) Vergunningverlening en morfodynamiek (8) 	<ul style="list-style-type: none"> Natuurdoelstellingen (1) Korte en lange termijn gevolgen (1) Meer komberging mogelijk? (1) Beleid per haven (2) Verlenging veerdam? (3) Zandwinning i.r.t. kust (4) Onttrekking slib (4) Gevolgen van storten baggerspecie reduceren (10) 	<ul style="list-style-type: none"> Vergunningen en monitoring kabels en leidingen (3) Monitoring delfstoffenwinning (4) Invloed delfstoffenwinning op morfologie, sedimenthuishouding en kustsuppleties (4) Invloed baggeren op kwelder MOK-baai (5) Invloed visserij op slib en morfologie (2)

Tabel 2.3 Cluster 3. Meewerken met de natuur

Natuur (24)	Waterveiligheid (9)	Bereikbaarheid (10)	Gebruiksfuncties (6)
<ul style="list-style-type: none"> • Leren van de natuur (4) • Minimalisering effecten van ingrepen (7, 17) • Wat is natuurlijk gedrag (14,16) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamiek combineren met veiligheid (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aanpassen (beleid) aan de natuur (1) • Hoe ver mag je morfologie beïnvloeden? (1) • Vervoerssystemen aanpassen (2) • Beperking baggerbezwaar (3) • Alternatieve routes (3) • Benutten baggerslib (4) • Aanpassen verkeersmanagement en getijafhankelijk varen (5) • Aanpassing vaarwegmarkering (6) • Diepte vaargeulen reduceren (9) • Stortlocaties aanpassen (10) • Vorm havens aanpassen (10) • Slibmotoren toepassen (10) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gevolgen visserij minimaliseren (2) • Transitie visserij (2) • Aanpassen aanleg en tracé kabels en leidingen (3)

2.2 Samenvatting belangrijkste beheervragen

Uit bovenstaande tabellen zijn de belangrijkste beheervragen rond het thema morfologie gedestilleerd. Sommige vragen/onderwerpen komen bij meerdere clusters voor. Dit is logisch omdat men bij een ingreep tevens aandacht moet besteden aan de referentiesituatie. Hierdoor is het mogelijk de veelheid aan vragen terug te brengen tot zes hoofdvragen met een aantal deelvragen. Daarbij is het 3^e cluster “duurzaam meewerken met de natuur” geschaard onder het cluster “hydromorfologische ingrepen”, omdat het ook ingrepen zijn, maar met het aspect duurzaamheid/natuurlijkheid centraal. Verder zijn vragen op het gebied van gegevens en informatie apart benoemd, als voorwaarden voor de hoofdvragen.

Hoofdvraag 1: Gevolgen van autonome hydromorfologische ontwikkelingen

- 1) Hoe zal de Waddenzee zich morfologisch ontwikkelen op lange termijn en wat zijn de gevolgen:
 - a) voor de eiland(staart)en (gevolgen van zeespiegelstijging)?
 - b) voor de bereikbaarheid van vaargeulen en havens?
 - c) voor de ecologie: sedimenttextuur, korrelgrootteverdeling, kleibanen, schelpenbanken, habitats/ecotopen, voedselweb, zeegrasvelden, mosselbanken, biobouwers, vissen, vogels?
 - d) voor de dekking op kabels en leidingen; hoe hou je rekening met de morfodynamiek?
- 2) Welke geulen zijn wanneer een bedreiging voor de waterkeringen?
- 3) Wat is het effect op het toekomstig onderhoud van de vaargeulen en havens?

Hoofdvraag 2: Gevolgen van ingrepen in de hydromorfologie

- 4) Wat zijn de gevolgen van ingrepen op de morfologie, ecologie en gebruiksfuncties op de verschillende tijd en ruimteschalen?

- a) Wat zijn de gevolgen van baggeren, verspreiden en onttrekken/winning van sediment?
- b) Wat zijn de gevolgen van kustsuppleties/kustonderhoud?
- c) Wat zijn de gevolgen van bodemberoerende visserij?
- d) Wanneer is van een significant effect te spreken?
- 5) Op welke wijze kunnen maatregelen duurzamer worden uitgevoerd?
 - a) Hoe kan het baggerbezwaar worden gereduceerd?
 - b) Hoe kunnen we de eilanden duurzaam beschermen?
 - c) Hoe kunnen we optimaal meewerken met de natuur c.q. minder effect op de natuur realiseren?

Voorwaarden

- 6) Zijn de areaalgegevens en de monitoring op orde?

2.3 Benodigde kennis

De workshop besteedde ook aandacht aan de benodigde kennis. Onderstaande tabel vat dit samen in een globaal beeld, dat aanvullend is op hoofdstuk 4. De getallen achter het thema geven het totaal aantal van vragen en opmerkingen weer. Het getal achter een onderdeel is het nummer van de vraag of opmerking in het verslag van de workshop.

Tabel 2.4 Weergave van de kennisbehoefte op vier thema's zoals geïdentificeerd in de beheerderworkshop

Natuur (9)	Waterveiligheid (9)	Bereikbaarheid (14)	Gebruiksfuncties (4)
<ul style="list-style-type: none"> • Referentie (1) • Morfologische indicatoren (2) • Bruikbaarheid lodingen (3) • Rol van slib/sediment (4) • Informatie habitats (ecotopenkaarten) (5) • Effecten op toppredatoren (voedselweb) (6, 8) • Ecologische effecten van kustsuppleties (7) • Effecten op mosselbanken en zeegras (9) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lange termijn ontwikkeling (1,7) • (Reken)modellen (1,7) • Onzekerheden (1) • Goede monitoring (2,4,5) • Systeemontwikkeling op mesoschaal (3) • Prognose geulen en toetskader (4) • Gevolgen suppleties (5) • Kwelderontwikkeling (6) • Cumulatie effecten (8) • Informatiemanagement (9) 	<ul style="list-style-type: none"> • Autonome ontwikkeling en de relatie met ingrepen (1, 7) • Prognose geulen (2) • Interactie met constructies (3) • Troebelheid (4) • Platen (4) • Effecten op natuurdoelstellingen (5, 6) • Zoetwaterafvoer en aanslibbing havens (8) • Mitigatie effecten Afsluitdijk (9) • Indicatoren (10) • Sedimentuitwisseling met Noordzee (11) • Retourstroom baggerspecie (12) • Efficiëntie metingen (13) • Benutten gegevens (data mining) (14) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zoneren t.b.v. recreatie (1) • Bodemberoering (2) • Morfologische dynamiek (kabels en leidingen; delfstoffenwinning) (3,4) • Sedimenthuishouding (sedimentatie/erosie) (4,5,6)

3 Conceptueel model morfologie Waddenzee

Het beheer is gebaat bij een eenduidig begrip van het functioneren van het morfologische systeem van het Waddengebied. Het hanteren van een gedeeld en gedragen conceptueel model dat een samenhangend beeld geeft is daarbij een goed hulpmiddel. Dit hoofdstuk geeft een conceptueel model over de morfologische werking van de Waddenzee. Een conceptueel model is een, niet noodzakelijk gekwantificeerde, systeembeschrijving waarbij verhalenderwijs ingegaan wordt op de (dominante) processen, relevante variabelen en de samenhang daartussen. Het geeft in de eerste plaats overzicht voor een brede groep van gebruikers van de systeemkennis. Belangrijk aspect ervan is de afhankelijkheid van tijd- en ruimteschaal van de processen, variabelen en samenhangen die beschouwd worden. Er is onderscheid gemaakt in drie (uiteraard met elkaar samenhangende) schaalniveaus: mega-, macro- en mesoschaal (uitgelegd in 3.2).

De bestaande kennis en de presentatie ervan in dit document middels een conceptueel model geeft deels al antwoord op beheervragen. In de laatste paragraaf wordt aangegeven welke kennisvragen nog beantwoord moeten worden om (beter) antwoord te kunnen geven op de (resterende) beheervragen. Hierbij hielp het gepresenteerde conceptueel model de kennisleemten die opgevuld moeten worden voor die beantwoording te identificeren. Tevens kan het model gebruikt worden om naar beheerders en stakeholders de bestaande kennis over de Waddenzee te communiceren.

3.1 Gebiedsbeschrijving

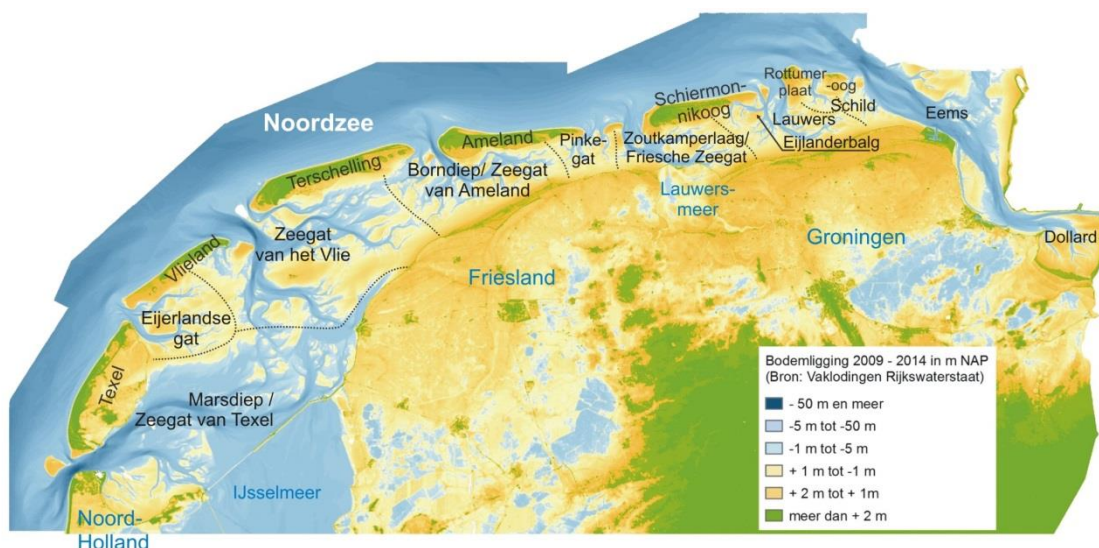
Het Waddengebied ontstond vijf- tot zeventuizend jaar geleden. De snelle zeespiegelstijging bracht aanvankelijk grote gebieden onder water. Rond 5000 jaar terug nam de snelheid van zeespiegelstijging af en konden kustgebieden ermee meegroeien en/of uitbouwen. Door de evenwichten tussen de waterstanden en het beschikbare sediment is de Waddenzee er sindsdien in geslaagd in stand te blijven. Binnen Nederland geldt deze verhaallijn vooral voor het oostelijke deel van de Waddenzee. Het westelijke deel kent (deels) een andere ontstaansgeschiedenis, waarbij ook sprake is van ondergestroomd land in de Middeleeuwen. Dat betreft gebieden westelijk van Texel, rond Grienden, noordelijk van Paesens-Moddergat en het Zuiderzeegebied. Het ontstaan van de Dollard heeft ook dit patroon.

Vanaf de latere middeleeuwen beginnen menselijke invloeden op de ontwikkeling van het Waddengebied zichtbaar te worden. Aanvankelijk is dat een patroon van verlaging van veengebieden en bedijking. Stormvloed en speelden een rol door inbraken die verlaagd land weer opnieuw beschikbaar maakten voor het water en zo ook voor de hernieuwde mogelijkheid tot geleidelijke ophoging door sedimentatie. Dit is bijvoorbeeld goed te zien in de geschiedenis van de Dollard.

Na bedijking is in een gebied de opslibbing beperkt tot het buitendijkse, waarbij het gaat om kwelders. Door kwelderwerken wordt deze opslibbing bevorderd. Dit is een geleidelijk, maar langlopend proces wat in totaal een veelomvattende afname van het kombergingsgebied betekent. Afname van de komberging leidt vervolgens tot sedimentatie in de geulen.

De menselijke invloeden namen in de 20^e eeuw in omvang toe door de afsluitingen van de Zuiderzee en het Lauwersmeer, welke grote plotselinge afnames in komberging betekenden, met dito grootschalige effecten op de 'benodigde' geulomvang. Dit was daarom een plotselinge grote toename in de 'sedimentvraag'.

De westelijke en de oostelijke Waddenzee in Nederland hebben een verschillend karakter (Figuur 3.1). De westelijke Waddenzee omvat de zeegatsystemen Marsdiep, Eierlandse Gat en het Zeegat van het Vlie. Het wordt gekenmerkt door een grote afstand tussen de Waddeneilanden en het vasteland (tot 40 km), relatief weinig intergetijdeplaten en kwelders en vrij diepe en grote zeegatsystemen. De westelijke Waddenzee is relatief zandig³. De oostelijke Waddenzee omvat de zeegatsystemen Borndiep, Pinkegat, Zoutkamperlaag, Zeegat van de Lauwers en Schild. Het wordt gekenmerkt door een afnemende en gemiddeld betrekkelijk geringe afstand tussen de Waddeneilanden en het vasteland (ca. 10 km), relatief veel (70-80%) intergetijdeplaten, diepe kwelders en relatief kleine zeegatsystemen. Ook de oostelijke Waddenzee is overwegend zandig, maar nabij de wantijen en het vasteland en onder de eilanden zijn delen relatief slibrijk. Eerdere documenten waarin de ontwikkeling en ontstaansgeschiedenis van de Waddenzee goed zijn beschreven zijn Louters and Gerristen (1994) en in de rapportage 'Hoe werkt het Wad?' (Ministerie van Economische Zaken Landbouw en Innovatie and Ministerie van Infrastructuur en Milieu 2012).

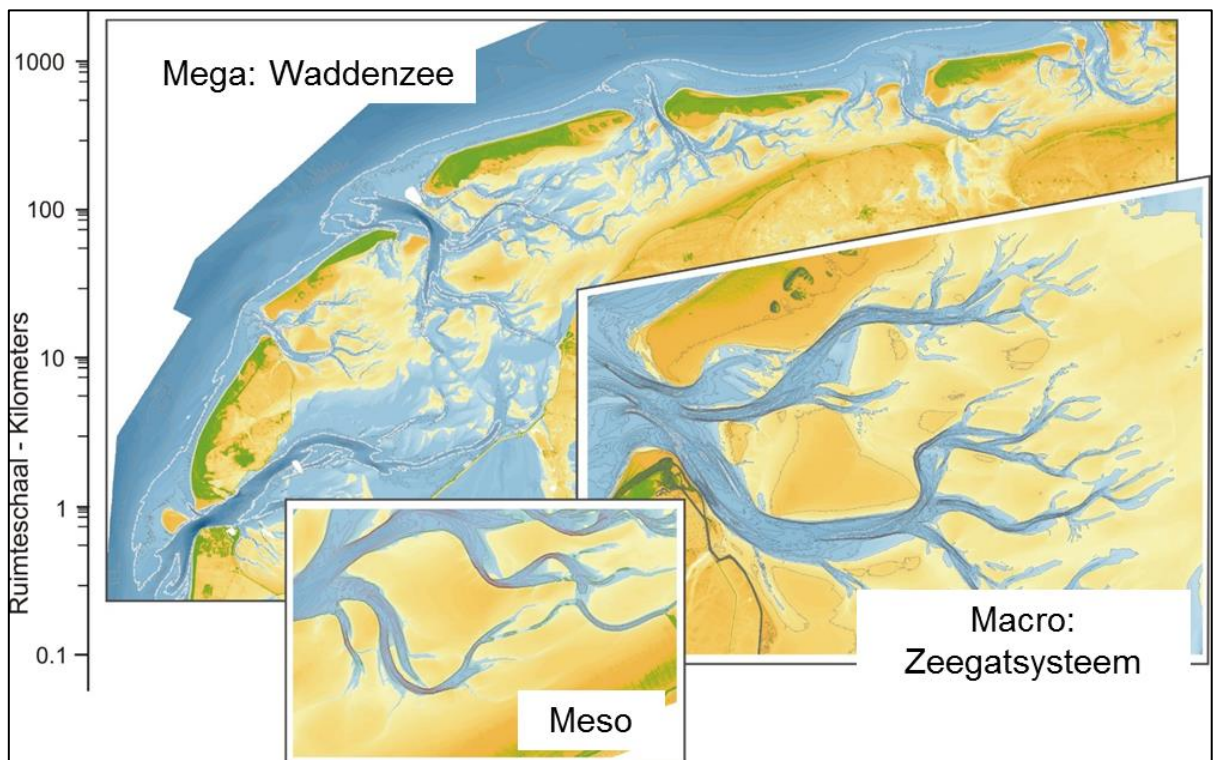


Figuur 3.1 De Waddenzee en haar zeegaten

3.2 De Waddenzee beschouwen op verschillende schaalniveaus

Grootschalige, samenhangende en complexe morfologische systemen, waaronder estuaria en getijdebekkens zoals de Waddenzee, worden voor begrip van de morfologische ontwikkeling veelal beschouwd op verschillende ruimte- en tijdschalen (Figuur 3.2). Hiermee is het beter mogelijk processen te onderscheiden. Het begrip van de morfologische ontwikkeling op de grotere schalen is een randvoorwaarde voor het begrijpen van ontwikkelingen op kleinere ruimteschalen. Het denken in verschillende schalen is behulpzaam bij de vertaling van kennis naar de vragen vanuit beleid, beheer en de omgeving. Vraagstukken vinden bijna altijd hun zwaartepunt op een specifieke schaal van tijd en ruimte.

³ met uitzondering van de geulsystemen die zijn afgesneden door de Amsteddijk en de Afsluitdijk en Vlake van Oosterbierum en het Kimstergat

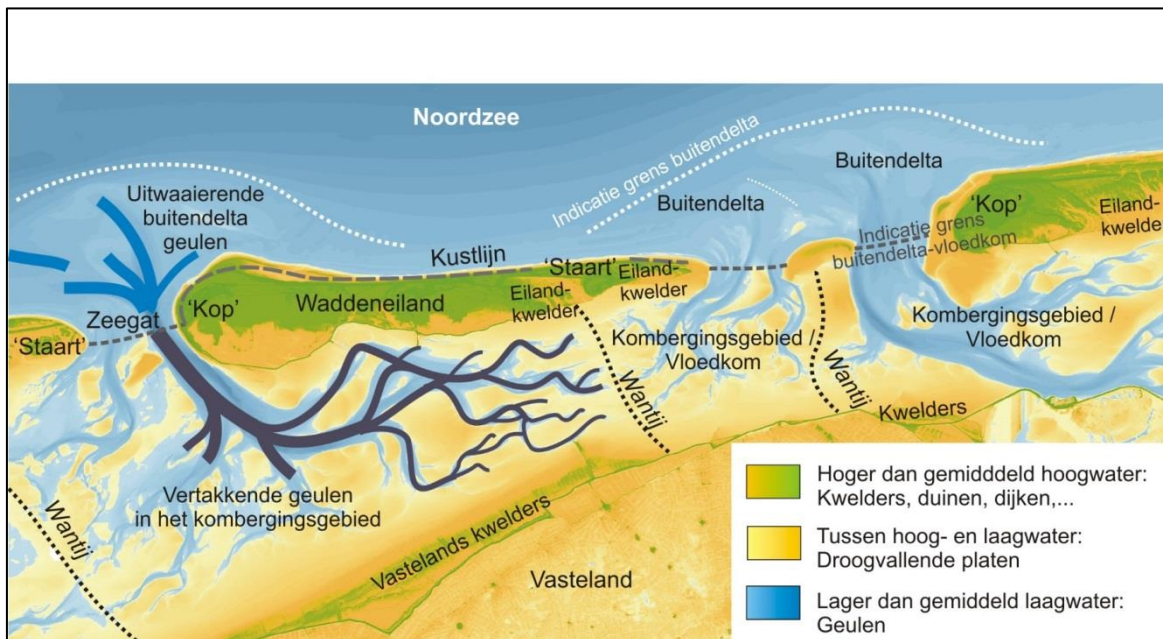


Figuur 3.2 Illustratie van de drie morfologische schaalniveaus die in deze paragraaf worden besproken

De *megaschaal* is de grootste schaal en gaat over het hele Waddengebied, inclusief de aangrenzende kustzone. De ontwikkelingen op een tijdschaal van tientallen tot honderden jaren trachten we te begrijpen en de aandrijvende krachten daarbij te duiden. Belangrijke aandrijvende krachten zijn de (relatieve) zeespiegelstijging en de beschikbaarheid van (zandig) sediment. Voor beleid en beheer speelt deze schaal bij vraagstukken zoals 'wordt bij de huidige klimaatverandering het Waddensysteem in haar voortbestaan bedreigd?'. Een begrip als 'meegroeivermogen' hoort hier bij, maar wordt momenteel wel per zeegatsysteem apart bepaald (dus op de onderliggende macroschaal), vanwege de verschillen tussen de zeegaten.

De *macroschaal* is het schaalniveau waarop de meeste beheervraagstukken (en de ervoor benodigde systeemkennis) zitten. Op deze schaal wordt gekeken naar de ontwikkeling van zeegatsystemen (Figuur 3.3), als een samenhangend morfologisch systeem. Een zeegatsysteem bestaat uit een buitendelta, eilanden en getijdebekken. Het Nederlandse Waddengebied kent zeven zeegatsystemen, elk met zijn specifieke kenmerken⁴. In tegenstelling tot de megaschaal (waar voornamelijk de ontwikkeling van de gemiddelde waterstand van belang is) moet de invloed en ontwikkeling van de getijdebeweging nu meer gedetailleerd worden meegenomen. De ontwikkeling van de omvang van geulen en platen wordt mede bepaald door het (dagelijkse) vullen en ledigen van de Wadden en de bijbehorende geulomvang.

⁴ In de hele Waddenzee zijn in totaal 37 zeegatsystemen en estuaria met zeegaten.



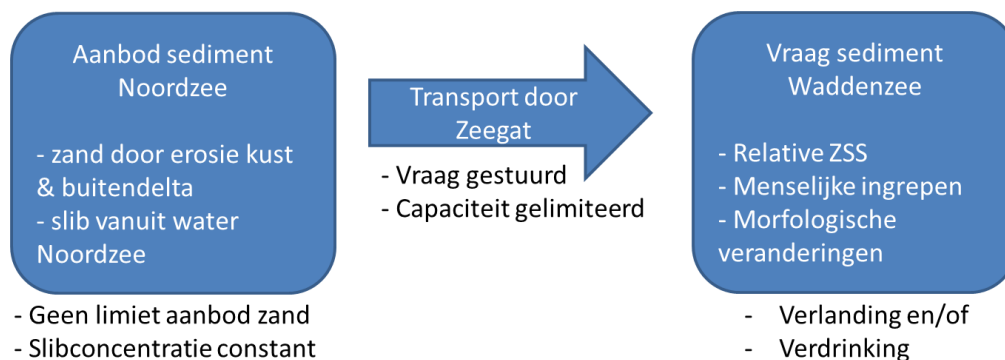
Figuur 3.3 Zeegatsystemen bestaan uit een buitendelta, de eilanden aan weerszijden ervan en het bij het zeegat behorende getijdebekken.

Bij de *mesoschaal* kijken we naar individuele morfologische elementen zoals geulen en platen. Op dit schaalniveau vinden veel menselijke ingrepen plaats (zoals baggeren en verspreiden) en zijn ecologische waarden vast te stellen. Een algemeen denkmodel voor de mesoschaal lijkt (nog) niet mogelijk te ontwikkelen. De verschillen tussen de zeegatsystemen (ontwikkelingshistorie, dominante ontwikkelingen etc) zijn daarvoor te groot. De aandrijvende krachten voor de ontwikkelingen op de mesoschaal zijn daardoor niet voldoende vergelijkbaar. Per zeegat is voorlopig een aparte beschrijving nodig voor de ontwikkelingen op mesoschaal.

Tenslotte is er de kleinste ruimtelijke schaal, die de *microschaal* wordt genoemd. Hierbij wordt de ontwikkeling van fenomenen als zandribbels bestudeerd. Voor de prioritaire vragen vanuit beleid en beheer is een uitweiding op deze schaal nu niet van belang en daarom wordt dit schaalniveau verder in dit document buiten beschouwing gelaten.

3.3 Sedimenthuishouding: vraag, aanbod en transportcapaciteit

Het conceptueel model is gebaseerd op het denken in (dynamische) evenwichten. Vraag, aanbod en transportcapaciteit van sediment zijn hierin, samen met het onderscheid in zand en slib, de belangrijkste variabelen. In Sedimentvraag, -aanbod en netto transport in zeegatsystemen Figuur 3.4 worden deze variabelen voor het schaalniveau van een zeegatsysteem uitgelegd.



Figuur 3.4 Sedimentvraag, -aanbod en netto transport in zeegatsystemen

Sedimentvraag

Sedimentvraag ontstaat door afwijkingen ten opzichte van de dynamische evenwichten (worden in paragraaf 3.4 toegelicht). Er is sediment nodig of te veel om die evenwichten te bereiken, welke ergens vandaan of heen getransporteerd moet worden. Afwijkingen van de dynamische evenwichten worden veroorzaakt door zeespiegelstijging, bodemdaling, menselijke ingrepen en andere morfologische veranderingen. Er is een duidelijke terugkoppeling, omdat de ligging van de bodem de waterbeweging voor een (belangrijk) deel stuurt. Wanneer bijvoorbeeld morfologische veranderingen verplaatsing van wantijen veroorzaken heeft dit via de hydrodynamica weer (indirect) invloed op de sedimentvraag, omdat de oppervlakte van het getijdebekken verandert. Een groter getijdebekken is gemiddeld dieper bij morfologisch evenwicht. Een vergroting van het getijdebekken betekent aldus een afname van de sedimentvraag, en vice versa (Wang et al. 2013).

Sedimenttransport

Getijdestromingen transporteren zowel zand als slib. Die kunnen beiden de morfologische veranderingen verzorgen. Duidelijk is dat slib alleen kan bezinken in rustige gebieden. Of de sedimentvraag van het bekken door zand of slib wordt voldaan hangt dus af van de hydrodynamische conditie. Dit heeft ook gevolgen voor het tempo waarin morfologische veranderingen kunnen plaatsvinden, zoals uit het vervolg opgemaakt kan worden. Voor zand en slib is onderscheid tussen het bruto (de grote vloed- en eb-transporten) en het netto transport (het relatief kleine verschil tussen die twee) nodig.

Bij *slib* wordt het (bruto) vloedtransport bepaald door het getijprisma en de slibconcentratie in het water. Het netto transport daartegen wordt juist bepaald door hoeveel slib er in het bekken kan bezinken of wordt geërodeerd. Het bruto transport is daarmee aanbod gelimiteerd terwijl het netto transport meer door de sedimentatieruimte bepaald is.

Voor *zand* geldt dat het bruto transport zowel tijdens vloed als tijdens eb door de transportcapaciteit gelimiteerd is. Het netto transport wordt bepaald door mechanismen zoals getijasymmetrie, lag-effecten, enz. en is ook door transportcapaciteit gelimiteerd (want afhankelijk van de bruto capaciteit en de lokale variaties daarin).

De (capaciteiten voor) bruto en netto zandtransporten worden sterk bepaald door de morfologie van het bekken omdat dit de waterbeweging bepaalt (hoe verplaatst – voornamelijk- het getij zich door het bekken). Het getijprisma heeft belangrijke invloed op het bruto transport en mechanismen voor het netto transport zoals getijasymmetrie worden beïnvloed door bijvoorbeeld de verhouding van (*inter-tidal*) platen en (*sub-tidal*) geulen.

Sedimentaanbod

Voor *zand* is er aanbod omdat erosie van de Noordzeekust en van de buitendelta plaats vindt. De (netto) transportcapaciteit door het zeegat is limiterend voor het tempo waarmee het bekken zich aanpast op (veranderingen in) sedimentvraag. Het zandaanbod vormt in principe geen limiet voor netto transport richting de Waddenzee. Zandsuppleties hebben dan ook weinig invloed op de sedimentimport naar de Waddenzee, omdat ze het transportmechanisme niet beïnvloeden. Ook voordat de kustsuppleties begonnen was er genoeg erodeerbaar zand aanwezig.

Het aanvullen van de sedimentvraag kan wel veel tijd kosten, zoals bijvoorbeeld de afsluiting van de Zuiderzee. In de bekkens Marsdiep en Vlie zijn nog steeds grote sedimentvragen. De limiterende transportcapaciteit in samenspel met de afstand waarover getransporteerd moet worden zijn hiervan de oorzaak.

Binnen de tijd- en ruimteschaal van een zeegatsysteem worden tijdelijke verstoringen (bijvoorbeeld baggerwerk) in eerste instantie ongedaan gemaakt door herverdeling van het beschikbare sediment binnen het zeegatsysteem. Als het gebaggerde materiaal binnen het zeegat blijft is dit onderdeel daarvan. Als dit niet in het zeegat blijft ontstaat feitelijk een (extra) sedimentvraag in het zeegat. Het benodigde zand om hydro-morfodynamische evenwichten mee te handhaven of te herstellen wordt op het niveau van een zeegatsysteem netto onttrokken aan de Noordzeezijde: de eilanden en buitendelta's (Elias e.a., 2012). Bij onvoldoende aanvoer vanuit andere kustvakken of diepere Noordzee trekken deze zich terug. De geobserveerde landwaartse terugtrekking van de eilanden is gekoppeld aan zand dat in de Waddenzee terecht is gekomen. Deze processen zijn grootschaliger en verlopen op een langere tijdschaal, van meerdere jaren.

Voor *slib* is het aanbod afhankelijk van hetgeen met het water aangevoerd kan worden per getij. De slibconcentratie in het Noordzeewater langs de kust wordt grotendeels bepaald door de slibbronnen ver weg van de Waddenzee. De hoeveelheid slib dat langs de Noordzeekust wordt getransporteerd is orders groter dan de slibaccumulatie in de Nederlandse Waddenzee. In die zin vormt het aanbod geen beperkende factor. Echter, de geringe slibconcentratie in het zeewater beperkt het bruto slibtransport per getij naar plaatsen waar het slib kan bezinken. Er is relatief weinig slib in de bodem van de Noordzeekustzone aanwezig, door de hoog dynamische hydraulische conditie. De waargenomen sedimenttoename in het Waddengebied door slibaccumulatie heeft dan ook geen gevolgen voor de kust.

3.4 Dynamische evenwichten

De ontwikkeling van de kombergingsgebieden en aangrenzende buitendelta's en kusten volgt een aantal evenwichtsrelaties.

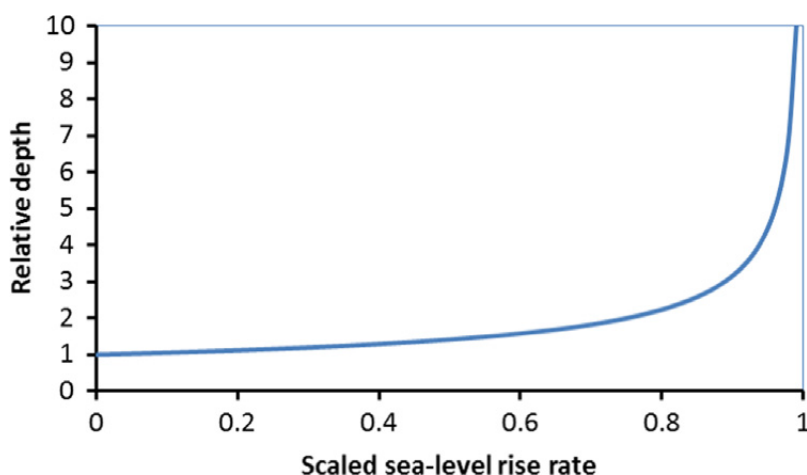
Meegroeien van bekkens met relatieve zeespiegelstijging

De sedimentvraag in het getijdebekken blijft constant als het sedimenttransport door het zeegat het effect van relatieve zeespiegelstijging precies compenseert. Dan is het bekken in 'dynamisch evenwicht', waarbij gemiddeld over het hele bekken de diepte constant blijft. Een toename in de komberging door een hogere zeespiegelstijgingssnelheid leidt theoretisch tot meer netto sedimentatie op de platen. Dit is een proces waarbij de kenmerken van de Waddenzee hetzelfde kunnen blijven.

Als de sedimentvraag afneemt doordat de sedimentatie sneller gaat dan de relatieve zeespiegelstijging spreekt men van verlanding. Omgekeerd is er sprake van verdrinking.

Het dynamisch evenwicht tussen relatieve zeespiegelstijging en sedimentatie in de Waddenzee kan ook bij snellere stijging van de zeespiegel worden gehandhaafd. De bijbehorende *dynamische* evenwichtsdiepte is dan anders. Deze hangt namelijk af van de *snelheid* van relatieve zeespiegelstijging. Als die hoger is, is de extra komberging als gevolg van 'nog niet meegegroeid areaal' hoger en daar hoort een grotere geul bij. De toename van de dynamische evenwichtsdiepte geldt tot een zekere limiet. Boven een bepaalde zeespiegelstijgingssnelheid kan geen dynamisch evenwicht meer ontstaan en zal het bekken op den duur verdrinken.

Voor delen van de Waddenzee die primair worden gestuurd door de sedimentvraag als gevolg van zeespiegelstijging is daarom een belangrijke vraag hoe snel (vooral de intergetijdengebieden) kunnen ophogen. Boven een bepaalde grens schiet de transportcapaciteit tekort om voldoende verticale sedimentatie te genereren. Dan zal het gebied dieper komen te liggen ten opzichte van de zeespiegel (Figuur 3.5). In de meeste gevallen is de sedimentatie sneller dan de zeespiegelstijging (Elias et al. 2012), maar sedimentatiestudies (o.a. Beets and Van der Spek 2000) hebben ook aangetoond dat de sedimentatie een te grote zeespiegelstijgingssnelheid niet overal kan bijhouden. Een kritische snelheid is momenteel geïmplementeerd in het beleid rond de diepe delfstoffenwinning (gas en zout). Dit getal is een belangrijk instrument en betere onderbouwing ervan is nodig.



Figuur 3.5 Invloed van snelheid van zeespiegelstijging op de morfologie van een getijbekken. Bij een snellere stijging (geschaald in de figuur) en de bekkengemiddelde diepte (in dynamisch evenwicht). De relatie is afgeleid uit het ASMITA-model (Stive and Wang 2003).

Ook aan de onderkant kan er een limiet zijn. Daaronder zal voortdurende verlanding optreden zodat het zeegat zich op den duur afsluit. Een (beperkte) zeespiegelstijging voorkomt inderdaad verlanding van de Waddenzee.

Komberging, plaat- en geulomvang

Er zijn evenwichtsrelaties vastgesteld (zie Bijlage F) tussen komberging en omvang van geulen en platen. Die evenwichten zijn verstoord omdat kombergingsvolume en/of geulomvang in komgebieden veranderden, door afsluitingen van delen van de Waddenzee en verschuivingen van wantijen, maar mogelijk ook door baggeren, zandwinning en bodemdaling (natuurlijk of door mijnbouw). Dit leidt tot (het streven naar) een nieuw dynamisch evenwicht.

Sedimentvraag (of overschot / aanbod) die er is door (het streven naar) een nieuw dynamisch evenwicht kan ook (deels) worden opgelost door (interne) herverdeling door horizontale transporten tussen platen en geulen. Geulen kunnen ruimer worden als gevolg van de

toegenomen getijdevolume (= relatief dieper komen te liggen t.o.v. de platen), waarbij het sediment gebruikt wordt om de platen op te hogen. Dergelijke veranderingen zien we bijvoorbeeld in de Westerschelde, waar sprake is van verdiepende geulen. Het omgekeerde wordt in de Oosterschelde waargenomen, waar de platen verlagen en het sediment wordt benut om de geulen op te vullen. Daar hebben de geulen een te grote natte doorsnede om effectief voldoende zand naar de platen te transporteren. De erosie van de Engelsmanplaat sinds de afsluiting van de Lauwerszee heeft dezelfde oorzaak.

De grootste sedimentvragen als gevolg van menselijke ingrepen zijn veroorzaakt door de afsluitingen van de Zuiderzee en de Lauwerszee. Na de afsluiting van de Zuiderzee heeft vooral het overgebleven bekken van Marsdiep veel te weinig (intergetijde)plaat. Daardoor is een grote sedimentvraag ontstaan. De totale sedimentvraag van Marsdiep en Vlie samen is afhankelijk van de uiteindelijke positie van het wantij tussen de twee bekkens, maar is in de orde van 1 miljard m³ (Wang et al. 2013), waarvan al een grote hoeveelheid is gesedimenteerd sinds de afsluiting, ca. 0,5 miljard m³ (Elias et al. 2012). Er liggen nog veel vragen over hoe deze sedimentvraag zal worden aangevuld en hoe dit de ontwikkelingen van de buitendelta's en de omliggende kusten beïnvloedt.

Omvang buitendelta's

De buitendelta van een zeegat wisselt sediment uit met het Waddenzeebekken en met de omliggende kust. Daarmee vormt het een centrale schakel in het delen van sediment. Het evenwichtsvolume van de buitendelta van een zeegat is gerelateerd aan het getijprisma. Hoe groter het getijprisma is, hoe groter het volume van de buitendelta bij evenwicht. Het volume van een buitendelta is gedefinieerd als het volume van het sediment dat boven het normale kustprofiel (dus als er geen zeegat zou zijn) ligt.

De meeste buitendelta's in het Nederlandse Waddengebied hebben grote erosie ondergaan in de afgelopen decennia. De grote sedimentvraag in de bekkens, veroorzaakt door vooral de afsluitingen van de Zuiderzee en de Lauwerszee, hebben herverdeling van zand van buitendelta naar bekken tot gevolg gehad.

3.5 De mesoschaal

Op de mesoschaal spelen dezelfde variabelen als op mega- en macroschaal: vraag, aanbod en transportcapaciteit, voor zand en slib. De basis van het conceptueel model omvat een duidelijke definitie (indeling) van morfologische elementen op de mesoschaal. In tegenstelling tot de macro- en megaschaal ontbreekt een overzichtelijk en toegankelijk (en redelijk recent) overzicht hiervan. In Oost and De Boer (1994) is een overzicht gepresenteerd van de morfologische onderdelen, op basis van eerder werk, evenals in Dijkema (1980). De morfologische elementen die tenminste behandeld moeten worden, zijn (zie Figuur 3.3):

- Getijdegeulen, vertakkend van groot (zeegat) naar klein
- Wadplaten (waaronder slikken)
- Kwelders, bij het vasteland en onder de eilanden
- Overige elementen zoals hogere bijzondere platen

Veranderingen op de mesoschaal vinden (tenminste deels) plaats als gevolg van ontwikkelingen op mega- en macroschaal. De bestudering van de mesoschaal staat dus niet op zichzelf.

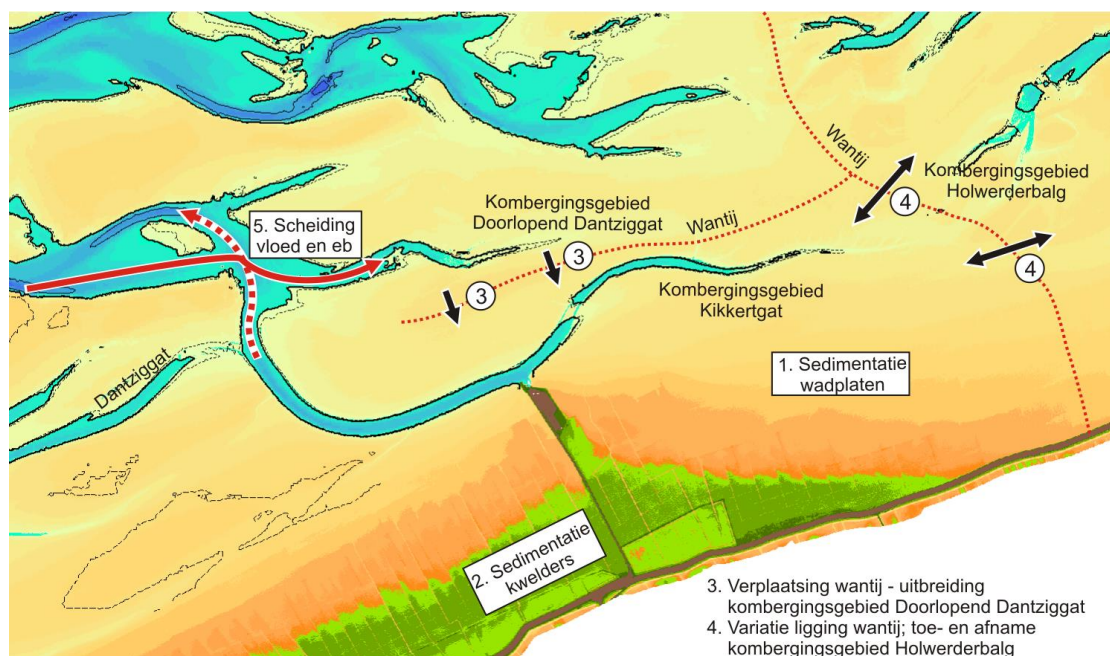
Getijdegeulen

Getijdegeulen zijn van belang voor de toegankelijkheid van de Waddenzee en hebben invloed op de veiligheid (een geul nabij een dijk, duin of voorland kan de stabiliteit van de waterkering negatief beïnvloeden), ecologische waarden (dynamiek droogvallende platen en hun biotische elementen) en de ligging en het beheer van kabels en leidingen.

Het conceptueel model voor geulen en hun ontwikkeling gaat uit van een evenwichtsrelatie tussen de omvang van de geul en het kombergingsvolume van de geul. Veranderingen in het kombergingsvolume kunnen op verschillende manieren plaatsvinden, door ontwikkelingen op de macroschaal (sedimentatie) en doordat de ene geul het kombergingsvolume van de andere geul overneemt. Voor geulen waar beheervragen aan de orde zijn, zijn denkmodellen ontwikkeld. Denk aan het toenemende baggerbezwaar in de vaargeul Holwerd-Ameland (Figuur 3.6) en de stabiliteit van de waterkering bij het Vierhuizergat. Generieke kennis over de ontwikkelingen van geulen is echter nog beperkt. Het is bijvoorbeeld nog niet bekend wat kenmerkende snelheden zijn van het uitbochten van geulen en de snelheid waarmee eb- en vloedscharen zich ontwikkelen.

Ontwikkelingen van geulen die beter begrepen moeten worden, gezien de beheervragen, zijn:

- (autonome) verondiepingen,
- verplaatsingen (uitbochten geulen) en verlengingen,
- switchen van de rol van geulen in de wateraan- en afvoer,
- ontstaan en evolutie van kortsluitgeulen, ook als mogelijke alternatieve vaarroute.



Figuur 3.6 Kaartje met de lokale ontwikkeling van het kombergingsgebied van de geul Kikkertgat, gemaakt voor de Vaarweg Holwerd-Ameland (Kater et al. 2008)

Wadplaten en plaat-geul interactie

Vooraf ecologische functies zijn afhankelijk van de droogvallende platen. De specifieke waarde hangt samen met abiotische karakteristieken (hoogte en droogvalpercentage, sedimentsamenstelling, stroomsnelheden en golven, bodemschuifspanning, ...). In het denkmodel voor de macroschaal is de gemiddelde hoogte van platen beschouwd in relatie tot

het niveau van zeespiegelstijging. Op de mesoschaal is het zinvol om onderscheid te maken naar de verschillende delen binnen de kombergingsgebieden. Zo lijken de hogere wadplaten nabij het zeegat, bij het vasteland en onder de eilanden en bij het wantij aparte categorieën onder de wadplaten te vormen, waarbij de abiotische condities in termen van golfinvloed, stroomsnelheden en sedimentsamenstelling verschillen. Dit dient nader onderbouwd te worden.

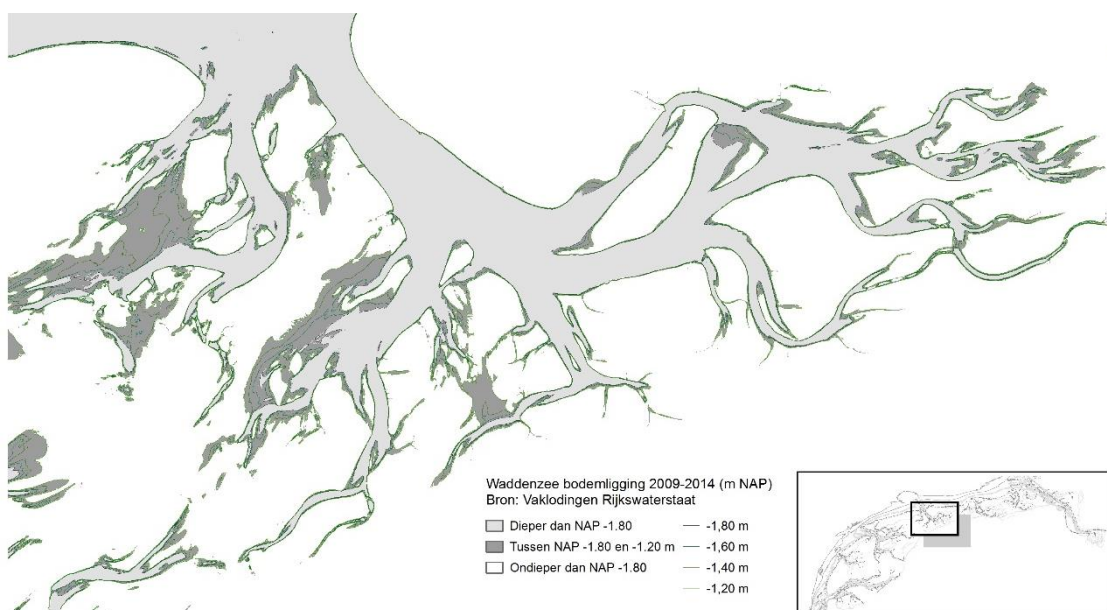
Op de schaal van de geul en platen wordt een evenwicht verondersteld tussen de omvang van geul en de hoogte van de plaat, waarbij veranderingen in de omvang van geul resulteren in de aan- dan wel afvoer van sediment naar de platen. Deze samenhang tussen geul- en plaatontwikkeling is uitgewerkt in het ESTMORF model (Wang et al. 1998).

Er is nog geen volledig beeld over *autonome trends en variatie* in de wadplaten voor de gehele Waddenzee. De uitzonderingen hierop zijn deelgebieden waar uitgebreider onderzoek heeft plaatsgevonden zoals het wad aan de oostzijde van Ameland, vanwege de gaswinning. Met een generieker beeld komt een referentiebeeld voor de beoordeling van gevolgen van veranderingen (in zeespiegelstijging, klimaat, sedimentaanbod) op de morfologie dichterbij. Dit zou een belangrijke ondersteuning zijn bij effectbeoordeling op basis van N2000-doelstellingen.

Wadplaten variëren niet alleen in hoogte en droogvalpercentages, maar ook in sedimentsamenstelling. De verdeling van zand- en slibrijke wadplaten over de kombergingsgebieden is op grote lijnen goed te schetsen, met de slibrijke wadplaten bij het vasteland (slikken) en bij de wantijen. De zandrijke platen liggen dicht bij de zeegaten. Op de schaal van de individuele platen kunnen grote variaties optreden in de zand- en slibrijkdom waarvan de oorzaak vooralsnog minder duidelijk is.

De hydromorfologie van platen is belangrijk voor de ecologische waarde ervan, maar de ecologie heeft zelf ook invloed op de morfologische ontwikkeling, vooral de verschillende biobouwers. Hun rol in de voortgaande ontwikkeling en dynamiek van droogvallende platen is beperkt gekend, maar wel van belang voor een juist referentiebeeld en/of projecten waarin natuurherstel wordt beoogd.

Kennis over de processen die spelen bij de overgang van plaat naar geul is belangrijk omdat die de uitwisseling van zand en slib tussen de geulen en de platen bepalen, wat weer de evolutie van de gebieden stuurt. Een blik op de bodemliggingskaarten leert dat deze overgang duidelijke verschillen vertoont binnen de Waddenzee (Figuur 3.7). Op veel plekken is sprake van een steile oever (het wad ten zuiden van Ameland, de rechterzijde Figuur 3.7), terwijl op andere plekken een brede overgangszone wordt aangetroffen (ten zuiden van Terschelling en het zeegat, aan de linkerzijde van het in Figuur 3.7 getoonde gebied). Momenteel weten we nog te weinig om deze verschillen te verklaren, wat van belang is om de natuurlijkheid van ontwikkelingen te beoordelen. Een classificering van deze overgang en een indicatie van hun verspreiding werpt waarschijnlijk meer licht op de uitwisselingsprocessen.



Figuur 3.7 Kaart van de overgangszone (donkergrijs) tussen plaat (lichtgrijs) en droogvallende platen (wit) in het Zeegat van Ameland, met daarin de contouren tussen de NAP -1,2 en -1,8 (i.e. beneden LW)

Kwelders

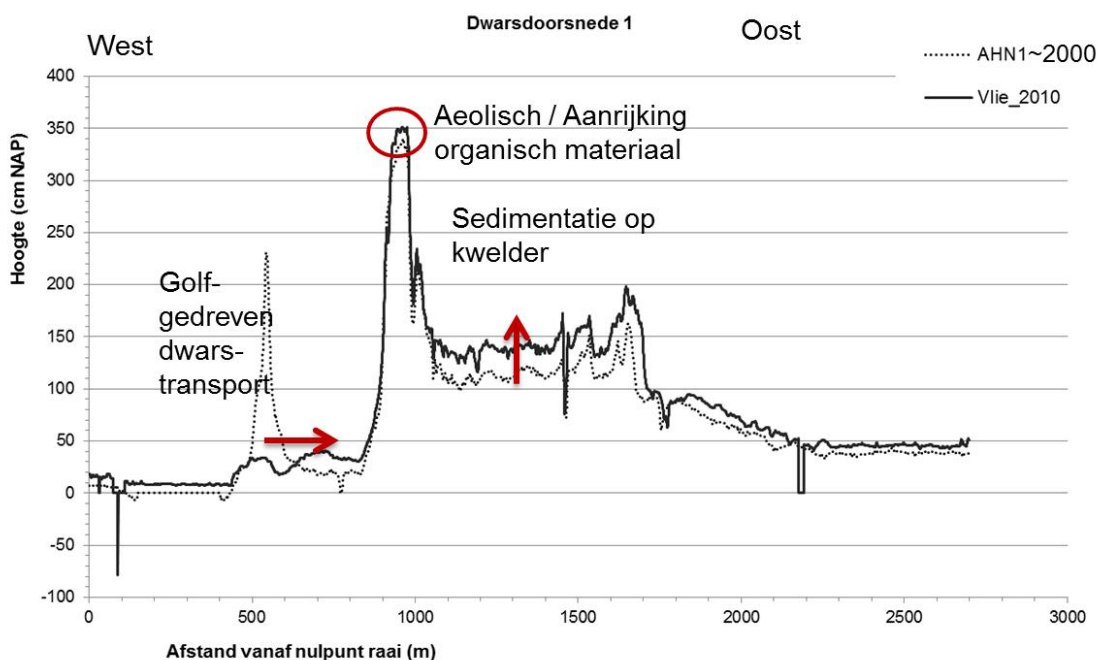
Kwelders hebben een belangrijke ecologische functie en vertegenwoordigen specifieke ecotopen. Ook hebben ze een functie voor de veiligheid in het Waddengebied door tegengaan van generatie van golven en een bijdrage aan het dempen van de golfaanval op de erachter liggende dijken.

Van de vastelandskwelders is vastgesteld dat de ontwikkeling van de verticale hoogte min of meer irreversibel is behalve bij overbegrazing, of ingrepen in de waterhuishouding. De zeewaartse uitbreiding of terugtrekking wordt bepaald door het ophogen respectievelijk eroderen van de voorliggende hoge platen of de heroriëntatie van geulen waarbij een directe gerichtheid op een kwelder leidt tot klifvorming. Menselijke ingrepen spelen hierbij een belangrijke rol, in de vorm van de kwelderwerken (vroeger landaanwinningswerken genoemd). De ontwikkeling van kwelders en de relatie met omgevingsvariabelen (onder andere bodemdaling, sedimentaanvoer en het gevoerde beheer) wordt op verschillende plekken gemonitord en geanalyseerd. De kennisvragen rond kwelders op de mesoschaal worden daarmee in verschillende andere kaders geadresseerd (zie BijlageG).

De belangrijke kennisvragen rond kwelders die niet in andere programma's of kaders worden beantwoord hebben betrekking op de koppeling tussen de ontwikkelingen op mesoschaal en die op de macroschaal. Het gaat om de invloed op de sedimentvoorraden en om de rol in de grootschalige evenwichten. Kwelders vormen, vanwege de overheersende sedimentatie, over het algemeen een *sink* voor sedimenten. Een verband tussen de evolutie van kwelders en de sedimenthuishouding op de schaal van de kombergingsgebieden is voor sommige gebieden in beeld gebracht, maar een generiek beeld hierover ontbreekt nog. De rol in de grootschalige evenwichten is er omdat uitbreiding van de kwelders plaatsvindt ten koste van droogvallende plaat. De omgekeerde situatie doet zich zelden voor. Deze rol is expliciet in beeld gebracht in de sedimentbalansen voor de verschillende kombergingsgebieden uit de jaren '80 (Eysink 1979). Recente informatie hierover ontbreekt.

Overige, bijzondere, elementen

In de Waddenzee zelf en op de buitendelta's liggen (en lagen) verschillende platen (Richel, Noorderhaaks, Rif) en kleine eilandjes (Griend, Zuiderduin), met een niveau boven gemiddeld hoogwater. Deze gebieden worden door hun hoogte gekenmerkt door andere en bijzondere ecologische functies, zowel in vergelijking met de omringende wadplaten, als met de nabije Waddeneilanden. Zo worden deze gebieden gebruikt als broedplaats voor bepaalde schaarse kustvogels (sterns, plevieren) en als rust, werp en zooglocaties voor (grijze) zeehonden.



Figuur 3.8 Dwarsdoorsnede van het vogeleiland Griend met verschillende processen die leiden tot morfologische veranderingen

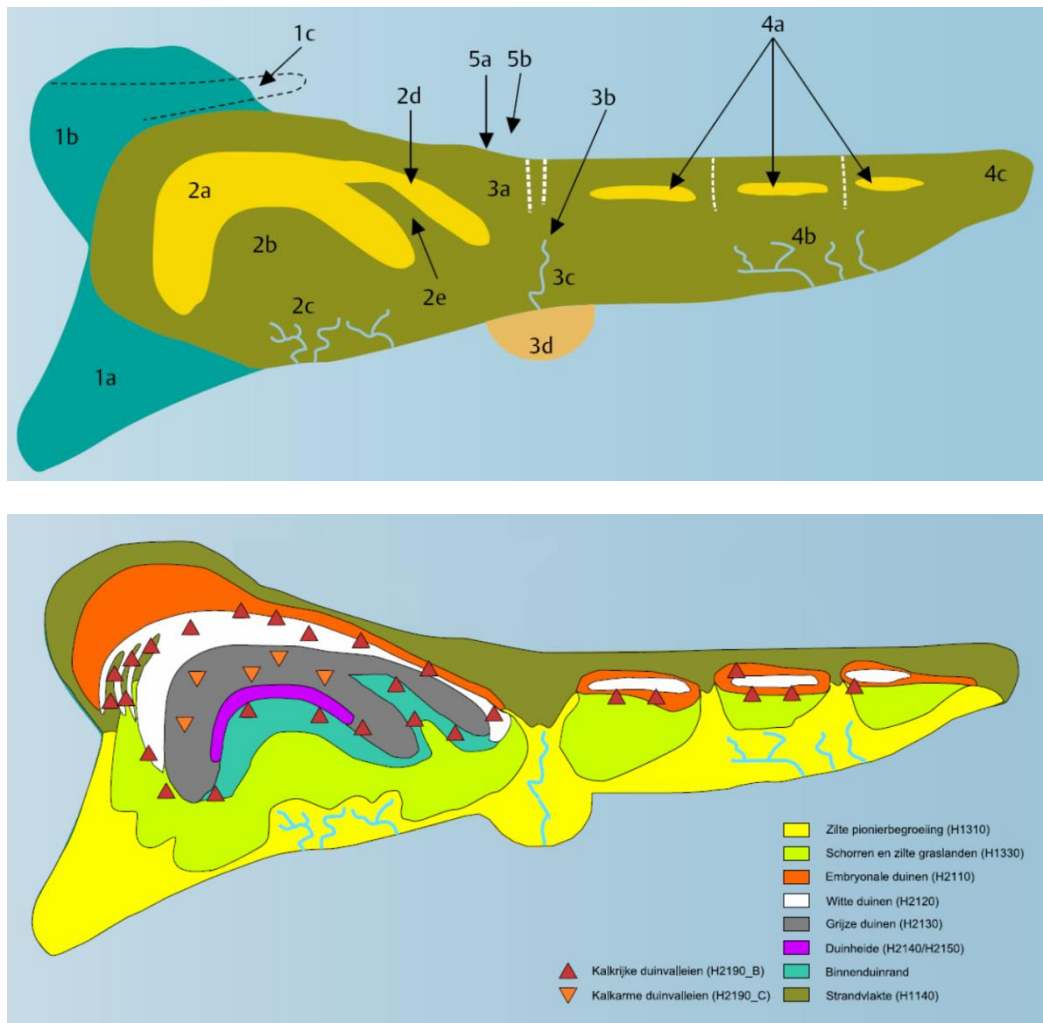
De dynamiek van deze bijzondere hoge platen is anders dan die van gewone wadplaten. Figuur 3.8 toont drie verschillende processen die op Griend wel spelen, maar die geen rol spelen op 'normale' wadplaten.

Beheervragen over deze gebieden hebben betrekking op hun autonome ontwikkelingen: 'Kunnen die in (dynamisch) evenwicht blijven of zijn ze gedoemd te verdwijnen?' en op de mogelijkheden (en noodzaak) tot behoud. Op dit moment wordt de versterking van Griend uitgevoerd (in opdracht van Natuurmonumenten). Hierin is een onderzoeksprogramma opgenomen.

Andere morfologische elementen op mesoschaal zijn niet behandeld. Het gaat hierbij om biotische elementen zoals mosselbanken, om dynamische geulen op de buitendelta en om de sublitorale en litorale dynamische zandbanken.

3.6 Waddeneilanden

In de morfologische ontwikkeling van het Waddengebied spelen ook de eilanden een rol. De beheervragen die voor dit programma zijn ingebracht zijn echter beperkt ten aanzien van de morfologische ontwikkeling van de eilanden zelf. Het beter begrijpen van de morfologische ontwikkeling van de eilanden is daarom nauwelijks onderwerp in hoofdstuk 0. Denkmodellen over de ontwikkeling van eilanden worden hier kort benoemd.



Figuur 3.9 Overzicht van de diverse morfologische eenheden van een modeleiland (bovenste figuur) en de kenmerkende biotopen (onderste figuur) (bron: Löffler et al. 2008)

Eilanden en hun ontwikkelingen kunnen getoetst worden aan het zogeheten model-eiland voor morfologie en ecologie⁵. Het idee is dat een barrière-eiland op de grens van Noordzee en Waddenzee is opgebouwd uit een vijftal hoofdelementen (Figuur 3.9, nr. 1 t/m 5), te weten de eilandkop, het duinboogcomplex, het washover-complex aan het eind van het duinboogcomplex, de eilandstaart en de verbindende Noordzeekustzone. Elk van de hoofdelementen kan beschouwd worden als een morfo-ecologische eenheid. Het model-eiland is een mooi voorbeeld van een beschrijving van de morfologische elementen op mesoschaal. Ook is het model-eiland bruikbaar om van de mesoschaal morfologie een doorvertaling te maken naar de verwachte ecologische waarden van het gebied.

De morfodynamische ontwikkelingen van de modeleiland hangen samen met de ontwikkelingen op de aangrenzende kombergingsgebieden. Op de megaschaal gaat het om de hoeveelheid zand die netto vanaf de Noordzezijde van de eilanden naar de Waddenzee wordt getransporteerd. Dit is bepalend voor de landwaartse verplaatsing van de

⁵ Dit denkbeeld is in rudimentaire vorm ontwikkeld door Isbary (1936) en later door de ecologen Doing en van Oosten. De eigenlijke synthese werd pas gemaakt door Löffler et al. (2011).

Waddeneilanden. De dynamische evenwichten tussen de verschillende morfologische onderdelen van het Waddengebied bepalen niet alleen de beschikbaarheid van sediment in de Waddenzee, maar via de relatie met de omvang van de buitendelta's ook de beschikbaarheid van zand voor de aangrenzende eilandkusten. De beschikbaarheid van zand van de buitendelta's voor de kust kan, bijvoorbeeld als gevolg van menselijke ingrepen, zo groot zijn dat deze de zandvraag op macroschaal meer dan te niet doet, zodat tijdelijke uitbouw van de kust plaatsvindt. De ontwikkelingen rond het Friesche zeegat, na de afsluiting van de Lauwerszee zijn een mooie illustratie hiervan.

Op de kortere tijdschaal zijn de dynamische ontwikkelingen van de geulen en ondieptes op de buitendelta en in het zeegat bepalend voor de morfologische ontwikkelingen bij de eilandkusten. Deze relatief snelle veranderingen, die plaatsvinden op tijdschalen van jaren tot tientallen jaren, kunnen leiden tot aangroei en afbraak van de kustlijn van delen van de eilanden. Deze uitbouw en afbraak kunnen elkaar in de tijd opvolgen, wat bijvoorbeeld bij de eilandstaarten gebeurt. Het kan ook naast elkaar plaatsvinden, met uitbouw door de aanlanding van een zandplaat naast kustsegmenten die aan erosie door geulmigratie onderhevig zijn.

De combinatie van de ontwikkelingen op de verschillende schalen maakt de interactie tussen de dynamiek van de Waddeneilanden en andere delen van het Waddengebied complex. Dit wordt duidelijk als een poging wordt gedaan een generiek beeld op te bouwen van de grootschalige verplaatsing van de eilanden. Bij zo'n poging blijken vrijwel alle configuraties van erosie en sedimentatie aan de Noordzezijde en de eilandkop- en staart in het Nederlandse Waddengebied aanwezig te zijn.

3.7 De stap naar een onderzoeksplan: formuleren kennisvragen

Voor de stap naar het onderzoeksplan wordt hier in beeld gebracht welke kennis ontbreekt en dus welke kennisvragen beantwoord moeten worden om daarmee een antwoord te geven op de beheervragen. De beheervragen zijn ingedeeld in (1) autonome morfologische ontwikkelingen, (2) ingrepen in de hydromorfologie en (3) de voorwaarden in termen van gegevensbeschikbaarheid (zie hoofdstuk 2). In deze paragraaf worden de kennisvragen benoemd, de uitwerking ervan gebeurt in hoofdstuk 4.

Mega- en macroschaal

Het Waddengebied is het product van sedimentaanbod en de sedimentvraag als gevolg van relatieve zeespiegelstijging plus menselijke ingrepen. Deze variabelen bepalen de lange-termijn morfologische ontwikkeling. Om op de mega- en macroschaal hier betere interpretaties aan te verbinden (gezien de gestelde vragen) ontbreekt kennis. Het zwaartepunt ligt in het kennen van de autonome ontwikkelingen en hoe deze worden beïnvloed. Dit leidt tot de volgende kennisvragen op vier thema's (zie ook tabel 3.1):

1. Kennisvraag transporten: Welk sediment verzorgt, langs welke weg, de lange termijn morfologische ontwikkeling van de Waddenzee? Wat is de bijdrage van zand en slib en heeft dit relatie met effecten langs de Noordzeekust en/of de buitendelta?
2. Kennisvraag adaptief vermogen: Wat is de capaciteit van de Waddenzee om te blijven bestaan bij doorgaande en versnelde relatieve zeespiegelstijging?
3. Kennisvraag wantijen: Hoe verschilt de sedimenthuishouding per zeegatsysteem en wat is de rol van veranderende grenzen (wantijen) daartussen?
4. Kennisvraag sedimentsamenstelling: Wat is de sedimentsamenstelling van de Waddenzee. Verander deze door grootschalige en lange termijn ontwikkelingen?

Tabel 3.1 Relatie beheervragen en kennisvragen mega- en macroschaal

		Kennisvragen Mega/macro schaal			
		1. transporten	2. Adaptatie vermogen	3. Wanlijen	4. Sediment samenstelling
	Beheervragen				
Autonoom	1. Wat zijn lange-termijn morfologische ontwikkelingen en gevolgen, voor, eilanden, bereikbaarheid, ecologie, kabels en leidingen	√	√	√	√
	2. Wanneer bedreigen geulen de waterkering?				
	3. Wat is het toekomstig onderhoud van de vaargeulen en havens?	√	√	√	
Ingrepen	4. Wat zijn de korte en lange termijn gevolgen op de morfologie, ecologie en gebruiksfuncties van: baggeren, kust-suppleties en onderhoud, visserij? Wat is een significant effect?	√	√		√
	5. Welke maatregelen zijn mogelijk om ingrepen duurzaam te laten zijn voor, baggeren, eiland beschermen, meewerken met natuur?		√		
Gegevens	6. Zijn de areaalgegevens en de monitoring op orde?	√	√	√	√

Mesoschaal

Op de kleinere tijd- en ruimteschaal spelen meer componenten een rol. Hierbij wordt het relevanter het specifieke gedrag van de morfologische elementen te kennen. In paragraaf 3.5 zijn de elementen en daarbij behorende kennisleemten benoemd. Voor bijna alle beheervragen geldt dat deze kennis behoeven omtrent het specifieke gedrag (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Relatie beheervragen en kennisleemten elementen mesoschaal

		Mesoschaalelementen en hun kennisleemten				
		1. geulen	2. Wadplaten	3. Kwelders	4. Bijzondere hoge platen	5. Sediment samenstelling
	Beheervragen					
Autonoom	1. Wat zijn lange-termijn morfologische ontwikkelingen en gevolgen, voor, eilanden, bereikbaarheid, ecologie, kabels en leidingen					
	2. Wanneer bedreigen geulen de waterkering?	√		√		
	3. Wat is het toekomstig onderhoud van de vaargeulen en havens?	√	√			√
Ingrepen	4. Wat zijn de korte en lange termijn gevolgen op de morfologie, ecologie en gebruiksfuncties van: baggeren, kustsuppleties en onderhoud, visserij? Wat is een significant effect?	√	√	√	√	√
	5. Welke maatregelen zijn mogelijk om ingrepen duurzaam te laten zijn voor, baggeren, eiland beschermen, meewerken met natuur?	√	√	√	√	√
Gegevens	6. Zijn de areaalgegevens en de monitoring op orde?	√	√	√	√	√

Onbekendheid sedimentsamenstelling

De onbekendheid van de sedimentsamenstelling is een kennisleemte die op alle schalen speelt. Op hoofdlijnen is de verdeling van zand en slib bekend, maar in meer detail is het

lastig te voorspellen of een plaat zandrijker, dan wel slibrijker is. Vragen over de sedimentsamenstelling zijn (zie ook Tabel 3.1 en Tabel 3.2):

- Is er verslibbing (oostelijke Waddenzee) of verzanding (westelijke Waddenzee)?;
- Is het mogelijk dat kustbeheer invloed heeft op de sedimentsamenstelling van de bodem van de Waddenzee? Is dit een belangrijke factor?
- Hebben veranderingen in de sinks (kwelderwerken, verlaten geulen, afgedamde zeearmen en inpolderingen,...) invloed op de sedimentsamenstelling van de bodem van de Waddenzee?
- Wat zijn gevolgen van lokale activiteiten als verspreiding van baggerspecie en bodemberoerende visserij?
- Wat is de invloed van biobouwers op de sedimentatie van zand en slib?

Informatiebehoefte en beschikbaarheid van gegevens

Voor de volledigheid noemen we hier ook vragen rond de beschikbaarheid van de gegevens. Dit is voor een belangrijk deel gekoppeld aan de beantwoording van de bovenstaande beheersvragen en het onderzoeksplan: de beschikbare gegevens worden gebruikt voor het antwoord naar beheer en beleid van de Waddenzee. Daar waar nog een informatiebehoefte bestaat zal dit duidelijk worden. In 4.5 wordt stilgestaan bij de wijze waarop dit gestructureerd kan plaatsvinden.

4 Onderzoeksplan

Dit hoofdstuk werkt de openstaande kennisvragen waarmee het vorige hoofdstuk is afgesloten uit en geeft de hoofdlijnen van een onderzoeksplan. Eerst worden de kennisvragen behandeld die spelen op mega- en macroschaal. Daarna volgen de kennisvragen en bijbehorende voorstellen die spelen op de mesoschaal, waarover nog weinig inzichten zijn opgedaan. Dit onderzoeksplan blijft hier beperkt tot de hoofdlijnen. Dit houdt in dat er nog geen prioritering van onderzoek is aangebracht, nog geen tijdspad is toegevoegd en ook de benodigde middelen niet in beeld zijn gebracht. Het onderzoeksprogramma wordt in 2017 verder uitgewerkt waarbij deze zaken aan de orde zullen komen in samenhang met beheervragen en conceptueel model.

Antwoord op de beheervragen hangt ook af van kennisontwikkeling in andere programma's. Denk aan vragen over de ontwikkeling van de buitendelta's en het gedrag van suppleties in kustprogramma's. Hoofdstuk 5 behandelt dit.

4.1 Uitwerking kennisvragen mega- en macroschaal sedimenthuishouding

Voor het beantwoorden van vragen die betrekking hebben op de lange-termijn morfologische ontwikkelingen, zowel autonoom als ten gevolge van menselijk ingrijpen, kijken we naar de sedimenthuishouding op mega- en macroschaal. Een belangrijke (beoordelings)criterium is de verandering in typen areaal. Natuurwaarden zijn daaraan gerelateerd, omdat ze gelinkt kunnen worden aan specifieke hydrodynamische, morfologische en sedimentologische condities. Wadplaten bijvoorbeeld vertegenwoordigen grotere natuurwaarden dan dynamische zandribbels in geulen.

De areaalontwikkeling wordt sterk beïnvloed door het vraagstuk van 'verdrinken' of 'verlanden'. Momenteel wordt verlanding waargenomen langs de vastelandskust, wat wijst op een verticale sedimentatiesnelheid die hoger ligt dan de stijging van de zeespiegel. De oorzaken worden gezocht in een reactie op grote hydrodynamische ingrepen (afsluitingen Zuiderzee en Lauwerszee) en kwelderwerken (van invloed op ontwikkelingen aan de landwaartse grens) die al zijn aangestipt in paragraaf 3.1. Er is echter ook een natuurlijke neiging tot meegroeien. De bekkens laten een trend van groei zien, maar wel met grote verschillen ertussen bekkens. Het vraagstuk heeft ook invloed op de toegankelijkheid van de Waddenzee. Wanneer van een geul het getijdvolume afneemt, wil deze in omvang verminderen. Dat speelt het sterkst nabij het vasteland. Dit is een problematiek die uiteindelijk op de mesoschaal nader uitgezocht wordt, omdat lokale ontwikkelingen een sterke rol kunnen spelen hierbij.

Hieronder worden de kennisvragen rondom transporten, adaptief vermogen, wantijen en sedimentsamenstelling verder uitgewerkt.

Uitwerking kennisvraag transporten: *Welk sediment verzorgt, langs welke weg, de lange termijn morfologische ontwikkeling van de Waddenzee?*

Uitgewerkte deelvragen daarvan zijn:

1. *Wat zijn de (netto) zandtransporten door de zeegaten?*⁶

⁶ Uiteraard is slib ook van belang, maar dit kent andere transportmechanismen, waarbij het aanbod veel belangrijker is dan de transportcapaciteit.

2. *Welke rol speelt slib in de sedimentbalans van de Waddenzee?*
3. *Welke rol spelen meetfouten in de berekende sedimentatie-erosie volumes?*
4. *Wat zijn de verantwoordelijke autonome en antropogene processen en mechanismen voor netto transporten van verschillende sedimentfracties?*
 - a. *Welke rol spelen de menselijke ingrepen?*
 - b. *Welke rol spelen de episodische events zoals stormen?*

Voor vragen over het verband tussen het onderhoud aan de Noordzeekust en de ontwikkeling van de Waddenzee moet bekend zijn hoeveel zand vanuit het kustfundament wordt getransporteerd naar de Waddenzee (vraag 1). Deze vraag kunnen wij stellen voor het verleden, heden en de toekomst. Voor het verleden en heden kunnen wij de vragen beantwoorden met behulp van waarnemingen. De historische gegevens van bodemligging in de NL Waddenzee en langs de Noordzeekust tot 2005 zijn geanalyseerd (Elias et al. 2012), waaruit volgt dat de totale erosiehoeveelheid langs de Noordzeekust buiten de zeegaten en de totale sedimentatiehoeveelheid in de Waddenzee ongeveer dezelfde zijn in de periode 1935 – 2005. Een eerste stap van de studie is het actualiseren van de analyse met de laatste beschikbare gegevens.

Sedimentatie in de Waddenzee bestaat deels uit slib en er wordt erosie buiten de zeegaten waargenomen van vooral zand. Dit betekent zeer waarschijnlijk dat een slibterm moet worden opgenomen aan de aanbodzijde van de sedimentbalans. Het opstellen van sedimentbalansen wordt ook gehinderd door meetfouten in bodemopnames (vragen 2 en 3). Het is over de herkomst van zand dat het meeste debat gaande is. In Nederland is de heersende gedachte dat door het transport naar de Waddenzee de zandvoorraden van de Noordzeekust afnemen. In andere Waddenzeelanden wordt de rol van de kustparalelle aanvoer belangrijker geacht (gaat men minder uit van invloed op erosie van Noordzeekusten). Anderen zijn ervan overtuigd dat een deel van het zand intern binnen de Waddenzee wordt omgewerkt en dat er zelfs zeegatsystemen bestaan die sediment afvoeren (Lister Tief). De relatie met de beheervragen voor dit plan is dat er vragen zijn over de invloed van kustonderhoud op de evolutie van de Waddenzee.

Door duidelijkheid te geven over de feiten over hoe de slib- en zandsedimentatie zich ontwikkeld hebben de afgelopen eeuw, kan meer inzicht verkregen worden in de zand-slib verhouding. Dit kan mogelijk door onderzoek in de (grijze) literatuur en door het verzamelen van gegevens uit recente meetprogramma's zoals SIBES (Kraan et al. 2011). Geconstateerd wordt dat data over slibgehalten in de bodem zeer schaars zijn.

Voorspellingen voor de toekomst kunnen wij alleen goed doen als wij beschikken over voldoende inzichten over de mechanismen die netto sedimenttransport door een zeegat veroorzaken. Deze mechanismen zijn niet dezelfde voor zand en slib.

Ten aanzien van de koppeling waterbeweging-bodemontwikkeling is de belangrijkste onderzoeksvraag welke fysische en biologische processen het netto sedimenttransport bepalen (vraag 4). Belangrijkste kennisleemten zitten in de mate van invloed van de levende natuur op de morfodynamiek, in het bijzonder de invloed van mosselbedden, oesterriffen en zeegrasvelden. Deze zijn nu nog niet opgenomen in het conceptueel model. Als deze de sedimentatiesnelheid van een zeegatsysteem significant beïnvloeden moeten ze beter in modellen en/of denken worden meegenomen. Ecologen betogen dat de biologie vaak een grote rol, naast de hydrodynamica, speelt in de bodemontwikkeling. Voor de ontwikkeling van kwelders is de rol van vegetatie evident, maar voor de gebieden onder GHW (Gemiddeld Hoog Water) is dit niet zo. Onderzoeken naar de effecten van bijvoorbeeld de kokkelvisserij

hebben kennisontwikkeling hierover vergroot, maar een eensluidend beeld dat onderdeel is van het conceptuele beeld is er nog niet.

Uitwerking kennisvraag adaptatie: *Wat is de capaciteit van de Waddenzee om te blijven bestaan bij doorgaande en versnelde relatieve zeespiegelstijging?*

De uitgewerkte deelvragen daarvan zijn:

5. *Hoe snel groeit en gaat de Waddenzee groeien?*
6. *Wat zijn de kritische grenzen voor sedimentatiesnelheid?*
7. *Zijn er gebieden te onderscheiden met verlanding en verdrinking?*

Bij een gegeven bekkengrootte wordt de groeisnelheid bepaald door het netto transport van sediment door het zeegat als de sedimentuitwisselingen over de wantijen worden verwaarloosd.

De data geven aan dat er netto sedimentatie is, die in de meeste kombergingsgebieden sneller verloopt dan de zeespiegelstijging sinds de afsluiting van de Zuiderzee (Elias et al. 2012). De voortgaande indijkingen aan de vastelandskust over de afgelopen eeuwen suggereren ook dat dit al langer gaande is. Maar hieruit kan niet worden geconcludeerd dat de Waddenzee uiteindelijk zal verlanden. De snelle sedimentatie is mede veroorzaakt door de menselijke ingrepen. In de historische data worden behalve het effect van de afsluiting van de Zuiderzee ook de opvullingen van diepe inhammen zoals de Lauwerszee en de Dollard meegeteld. Dat schiep plotseling een grote sedimentvraag, die in de eeuwen erna (vooral) opgevuld is door slib (van Maren et al. 2016). Dergelijke opvullingen mogen niet over het hele bekken gemiddeld mee worden geteld om de sedimentatiesnelheid te vergelijken met de zeespiegelstijging of een 'autonome trend tot verlanding' vast te stellen.

Een verwante vraag is inzicht krijgen in de kritische grenzen van de sedimentatiesnelheid (vraag 6). Bij welke snelheid van relatieve zeespiegelstijging kunnen de wadplaten nog net meegroeien door sedimentatie? Deze vraag is van belang met betrekking tot de ontwikkeling van de natuurwaarden in de Waddenzee bij versnellende zeespiegelstijging, maar vooral ook erg belangrijk i.v.m. zout- en gaswinning die bodemdalingen veroorzaken. Het 'hand aan de kraan' principe bij de vergunningen tot gas- en zoutwinningen is gebaseerd op het meegroeivermogen⁷ van de Waddenzeebekkens. Hierbij wordt gekeken naar de waarde van het gehele bekken. Dit feit geeft de gemiddelde waarde van de sedimentatiesnelheid een extra belang.

De limiet aan de maximale sedimentatiesnelheid is als denkmodel lange tijd maatgevend geweest voor het bepalen van de zogeheten gebruiksruijme i.r.t. gaswinning. Recent zijn er voor zoutwinning hogere grenzen aangegeven gebaseerd op natuurmetingen en op het aandeel slib in de sedimentatie. Wereldwijd (o.m. studie van Nichols) bleek dat sommige bekkens minder snel sedimenteren en anderen sneller.

In welke mate de kritische grens in de praktijk anders is vanwege de lokale situatie kan nu nog niet worden meegenomen bij de beslissingen vanuit het beheer. Meer in detail bekeken kunnen namelijk binnen een zeegatsysteem zowel delen eroderen als andere delen sedimenteren (vraag 7). Voorbeeld: Ten zuiden van eilanden en ook in de meer centrale

⁷ *Het natuurlijke vermogen van een kombergingsgebied, uitgedrukt in mm/jaar over het hele gebied, om de relatieve zeespiegelstijging op lange termijn bij te houden terwijl het geomorfologisch evenwicht en de sediment balans in stand blijven.* Uit 'Gaswinning binnen randvoorwaarden, passende beoordeling van het rijksprojectbesluit over de aardgaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, 20 januari 2006'.

delen erodeerden en verdwenen kwelders en (delen van) eilandjes (Griend, Heffesant, Korenzand, Bosch). Dit gebeurde tegelijkertijd met het aangroeien aan de vastelandskust. Inzichten in de ontwikkelingen op meer detailniveau is van belang omdat sommige deelgebieden specifiek belangrijke natuurwaarden hebben. Dit is een onderzoeksopgave op de mesoschaal (4.3). Ook voor de verdediging tegen overstromingen is voornamelijk de hoogte van de platen dicht bij de waterkeringen en van de eventuele kwelders daar belangrijk, ook dit zijn vragen die op de mesoschaal moeten worden opgepakt (4.3).

Uitwerking kennisvraag wantijen: *Hoe verschilt de sedimenthuishouding per zeegatsysteem en wat is de rol van veranderende grenzen (wantijen) daartussen?*

De uitgewerkte deelvragen daarvan zijn:

8. *Hoe zetten de verplaatsingen van de wantijen zich voort? Zal er een nieuw morfologisch evenwicht in de Nederlandse Waddenzee ontstaan?*
9. *Hoe groot is het sedimenttransport over de wantijen en welke rol speelt de uitwisseling in de grootschalige sedimenthuishouding?*

In de praktijk is de grootte van een Waddenzeebekken niet een gegeven constante omdat de wantijen zich in de tijd verplaatsen als gevolg van de menselijke ingrepen zoals de afsluiting van de Zuiderzee (Wang et al. 2013). Uit studies komt naar voren dat kleinere bekkens meestal een groter percentage intergetijdegebied hebben dan de grotere bekkens (Eysink and Biegel 1992; Renger and Partensky 1974). Hierdoor kunnen de verplaatsingen van de wantijen een groot gevolg hebben voor de totale sedimentvraag in de Waddenzee (Wang et al. 2013) (vraag 8). Verder vormen de wantijen geen echt gesloten grenzen tussen de bekkens omdat er wel water- en sedimentuitwisselingen overheen plaatsvinden (vraag 9).

Uitwerking kennisvraag sedimentsamenstelling: *Wat bepaalt de sedimentsamenstelling van de bodem van de Waddenzee en hoe verandert zij onder invloed van zeespiegelstijging en menselijke ingrepen (vraag 10)?*

Deze vraag is niet uitgewerkt in deelvragen. De natuurwaarden van de wadplaten worden niet alleen door de morfologie maar ook door de sedimentologie bepaald. Het slibgehalte van de bodem is een belangrijk kenmerk van een ecotoop. Een zorgpunt van de verschillende stakeholders bij verschillende ingrepen, inclusief de noodzakelijke zandsuppletie langs de Noordzeekust, is dat de zandsuppleties de sedimentsamenstelling van de wadplaten kunnen beïnvloeden.

4.2 Onderzoeksaanpak kennisvragen mega- en macroschaal

De hierboven geformuleerde kennisvragen kunnen worden beantwoord door literatuurstudie, dataverzameling en -analyse, en modellering, waarbij de combinatie van deze elementen per vraag anders is.

Voor het onderzoeksprogramma moeten wij rekening houden met de andere studies die sommige kennisvragen al geheel of ten dele dekken. De volgende gerelateerde lopende onderzoeksprogramma's zijn hierbij relevant (zie ook Bijlage G).

- POV (Project Overstijgende Verkenning) Waddenzeedijken. In de POV Waddenzeedijken worden 12 onderzoeken uitgevoerd die moeten leiden tot betere, snellere en goedkopere uitvoering van dijkversterkingsopgaven in dijkkring 6. Een van deze projecten heeft betrekking op geulmanagement. Wanneer geulen in de Waddenzee richting de dijk bewegen kan er een veiligheidsprobleem optreden. Met geulmanagement kan "sneller

geanticipeerd worden op de morfologische ontwikkeling in de Waddenzee en de impact hiervan op de dijkstabiliteit”.

Het onderzoek moet onder meer inzicht opleveren in beschikbare methoden voor geulmanagement en ervaringen van waterschappen en Rijkswaterstaat met geulmanagement elders in Nederland, en daarnaast inzicht in de trends en ontwikkeling van geul- en plaatmorfologie in de nabijheid van een dijk in de Waddenzee. Verschillende geulmanagementmethoden worden bekeken en de invloed ervan op de morfologie in de Waddenzee. Ook wordt gekeken naar een monitoringsprogramma en de bouw van een morfologisch model. Er worden veldexperimenten voorzien.

- B&O Kust. Het onderzoeksprogramma Beheer & Onderhoud Kust richt zich vooral op kennisontwikkeling ten behoeve van zandsuppletie voor het onderhoud van de Noordzeekust. Daarbij wordt o.a. de sedimentbalans analyse zoals beschreven door Elias e.a. (2012) bijgehouden. Verder worden er beheerbibliotheken voor verschillende kustgebieden opgesteld. In elke beheerbibliotheek wordt de beschikbare kennis over een kustgebied samengevat. Het is de bedoeling dat het een levend document is waarbij nieuwe onderzoekresultaten voortdurend kunnen worden toegevoegd. Dit draagt bij aan beantwoording van deelvragen 1, 3 en 5.
- Kustgenese 2 & SEAWAD. Het onderzoeksprogramma Kustgenese 2 en het STW-Water project SEAWAD richten zich op het ontwikkelen van kennis ten behoeve van de lange-termijn strategie van kustonderhoud. Door middel van procesmetingen en -modelleringen van het gebied rondom de buitendelta van Amelanders zeegat wil men vooral inzicht krijgen in de ontwikkelingen van buitendelta's en de sedimentuitwisseling door de zeegaten. Dit draagt bij aan beantwoording van deelvragen 1, 4, 5 en 7.
- Verschillende studies voor de Eems-Dollard. De studies richten zich vaak op de problematiek rondom de vertroebeling en de samenhangende versterking in amplificatie van het getij. Gezien de specifieke kenmerken van het gebied en dat het een grensgebied is stellen wij voor dat het huidige programma geen aandacht aan het Eems-Dollard gebied besteedt. Uiteraard moet wel gezorgd worden dat methoden en technieken van kennisontwikkeling uitgewisseld worden

Hieronder volgt een advies voor prioriteiten van onderzoeksactiviteiten. Het gaat om de onderwerpen die niet in de hiervoor genoemde programma's terecht kunnen komen. In tabel 4.1 bevindt zich een overzicht van de onderzoeksactiviteiten per onderzoeksvraag.

Literatuurstudie naar de inzichten van sedimentatie op platen en in hele kombergingsgebieden over termijnen van decennia tot eeuwen in de trilaterale Waddenzee. Voor het Nederlandse deel vormt de literatuurstudie het begin van het volgende product, de beheerbibliotheken. Door ook kennis te nemen van de ontwikkelingen in de Duitse en Deense Waddenzee, die anders worden beheerd dan de NL Waddenzee, kunnen wij meer inzicht krijgen in de ontwikkelingen van zeegatsystemen onder verschillende omstandigheden. De Duitse en Deense gevallen vormen mogelijk ook testcases voor de conclusies uit de studies naar de NL Waddenzee.

Beheerbibliotheek en systeembeschrijving per kombergingsgebied, waarin een state-of-the-art overzicht met betrekking tot alle kennisvragen wordt opgenomen. Hierbij kunnen wij goed leren van en aansluiten bij de al ontwikkelde beheerbibliotheeken binnen het kader van B&O Kust, die meer op de Noordzeekust focussen. De stakeholders worden bij het maken van een beheerbibliotheek betrokken en voldoende aandacht zal worden besteed aan de communicatie daarover. De beheerbibliotheek per gebied wordt een levend document waarin de beschikbare kennis regelmatig wordt bijgewerkt.

Data analyse voor sedimentbalans uitbreiden met

- a. **Hypsometrische curven** per kombergingsgebied. In de sedimentbalans zoals door Elias e.a. (2012) is opgesteld worden alleen de veranderingen van het totale volume in een bekken bepaald. Er is bijvoorbeeld geen onderscheid gemaakt tussen veranderingen op platen en geulen. Met de hypsometrische curven in verschillende (meet)jaren kan men het onderscheid gemakkelijk maken. Dit levert bijdragen aan het beantwoorden van deelvraag 5.
- b. **Analyse waterstandsgegevens** waaruit de amplificatie en vervorming (die tot verandering in getijasymmetrie leidt) van het getij worden afgeleid. Samen met activiteit a leidt dit tot een koppeling tussen de hydrodynamische en morfologische ontwikkelingen, die nodig is voor het doen van voorspellende uitspraken over lange-termijn-ontwikkeling, zoals de vraag of het (deel)systeem in staat is de zeespiegelstijging te volgen. Dit levert bijdragen aan het beantwoorden van de deelvraag 4.
- c. **Onderscheid maken tussen zand en slib** in de sedimentatie van de Waddenzeebekken. Hiervoor moeten gegevens over sedimentsamenstellingen van de Waddenzeebodem worden verzameld en geanalyseerd. Dit levert bijdragen aan het beantwoorden van de deelvragen 1, 2 en 10.
- d. **Beschouwing van onzekerheden in metingen**, zoals structurele meetfouten en andere onzekere elementen die doorwerken in de sedimentbalans (veranderingen in meetmethoden, omrekening van hoogte naar volume, effect bodemdaling en compactie, sedimentatie en erosie in kwelders,...) en de doorwerking ervan in de verschillende resultaten van de data analyse. Dit draagt ook bij aan de beantwoording van de beheervraag of de areaal- en monitoringsgegevens op orde zijn en levert bijdragen aan het beantwoorden van deelvraag 3.

Procesgebaseerde modellering. Het is mogelijk inzicht te krijgen in de limitering/capaciteit van zand- en slibtransport via een modelstudie. In een op basis van de data afgeregeld model, worden dan de effecten van golfwerking, getijstroming en golven-gedreven stroming voor zowel slib als (fijn) zand apart geëvalueerd, kan men Dit draagt vooral bij aan het beantwoorden van de kennisvraag 4, en verder ook de vragen 5 en 6. Deze activiteit kan goed bij de modellering binnen het kader van Kustgenese 2 worden aangesloten. Bij Kustgenese 2 zal de modellering minder aandacht besteden aan het bekken van het zeegatsysteem. De modellering binnen dit programma kan daar dus goede aanvullingen geven door aandacht te besteden aan plaat-geul uitwisseling binnen het bekken.

Geaggregeerde modellering. Er is voor elk zeegatsysteem in de NL Waddenzee een ASMITA-model beschikbaar. Qua aggregatieniveau en qua werking werkt ASMITA grotendeels in lijn met het conceptuele model. Zij zijn toegepast in verschillende studies naar de effecten van zeespiegelstijging (Van Goor et al. 2003) en van menselijke ingrepen (Hoeksema et al. 2004; Kragtwijk et al. 2004). Recente studies (Wang et al. 2008; Wang and Van der Spek 2015; Townend et al. 2016b, a) geven aan dat de modellen verder moeten worden ontwikkeld om de volgende redenen:

- **Nieuwe data.** De modellen waren gekalibreerd aan de hand van de data tot de eeuwwisseling. De nieuwe gegevens uit de laatste jaren dienen gebruikt te worden voor een nieuwe kalibratie van de modellen.
- **Nieuw inzicht in parametersetting en uitbreiding naar zand en slib.** Wang e.a. (2008) hebben, aan de hand van theoretische beschouwingen, regels afgeleid hoe de parameters in een geaggregeerd model zoals ASMITA moeten worden bepaald. De parameters in de bestaande modellen voldoen niet aan deze regels, wat een gevolg is van o.a. dat er geen onderscheid tussen zand en slib is gemaakt. Daarom wordt voorgesteld de modellen uit te bereiden door meerdere sedimentfracties mee te nemen en de parameters in de modellen opnieuw te bepalen rekening houdend met de theoretische regels.
- **Veranderende grenzen tussen elementen en zeegatsystemen.** De modellen zijn nu voor individuele zeegatsystemen en de morfologische elementen in een model hebben een vast horizontaal oppervlak gedurende de simulatie. Met de inzichten in de verplaatsingen van de wantijen en de veranderingen van de hypsometrische curven kunnen de veranderingen van de oppervlakken worden geïmplementeerd in het model.

Dit levert bijdrage aan het beantwoorden van de deelvragen 1, 2, 5 en 6.

Onderzoek naar wantijen. Zowel de effecten van de verplaatsingen van de wantijen en de water- en sedimentuitwisselingen over de wantijen zijn niet goed gekend (deelvragen 8 en 9). Over de wantijverplaatsingen is er al een begin gemaakt (Wang et al. 2013; Vroom 2011), waarbij vooral naar de ontwikkelingen in het verleden is gekeken. Met nieuwe kennis zijn (betere) voorspellingen mogelijk over de toekomstige evolutie, die weer van groot belang is voor de ontwikkeling van de sedimentvraag in de verschillende kombergingen. Voor het onderzoek naar de uitwisselingen over de wantijen kunnen wij gebruik maken van de resultaten uit de PACE studie (Duran-Matute and Gerkema 2015).

Paleomodellering. Het valt te overwegen dit uit te voeren voor de ontwikkeling van het Zeegat van Ameland inclusief de Middellzee over de periode 0-2000 AD. Dit draagt bij aan beantwoording van de kennisvragen omtrent adaptatie (deelvragen 5 en 6).

Tabel 4.1 Overzicht onderzoeksactiviteiten per deelvraag mega- en macroschaal

Onderzoeksvraag	Literatuur studie	Data-verzameling en analyse	Modellering
1. Wat zijn de (netto) zandtransporten door de zeegaten?	Literatuurstudie Beheer bibliotheek	Analyse sediment samenstelling & sedimentatiesnelheden	Procesgebaseerde modellering i.c.m. Kustgenese 2 Geaggregeerde modellering (ASMITA)
2. Welke rol speelt slib in sedimentatie in de Waddenzee?	Literatuurstudie Beheer bibliotheek	Analyse sediment samenstelling	Geaggregeerde modellering (ASMITA)
3. Hoe groot zijn de meetfouten en hoe verhouden die zich tot de berekende sedimentatie-erosie volumes?	Literatuurstudie Beheer bibliotheek	Beschouwing meetfouten	
4. Wat zijn de verantwoordelijke autonome en antropogene processen en mechanismen	Literatuurstudie Beheer bibliotheek	Analyse waterstandsgegevens i.c.m.	Procesgebaseerde modellering i.c.m. Kustgenese 2

voor netto transporten van verschillende sedimentfracties?		hypsometrische curves	
5. Hoe snel groeit en gaat de Waddenzee groeien?	Literatuurstudie Beheer bibliotheek	Hypsometrische curve per komberging, meerdere jaren	Procesgebaseerde modellering i.c.m. Kustgenese 2 Geaggregeerde modellering (ASMITA)
6. Wat zijn de kritische grenzen voor sedimentatiesnelheid?	Literatuurstudie Beheer bibliotheek	Analyse verdeling sedimentatiesnelheden droogvallende platen	Procesgebaseerde modellering i.c.m. Kustgenese 2 Geaggregeerde modellering (ASMITA)
7. Zijn er gebieden te onderscheiden met verlanding en verdrinking?	Literatuurstudie Beheer bibliotheek	Analyse sedimentatie snelheden	
8. Hoe zetten de verplaatsingen van de wantijen zich voort? Zal er een nieuw morfologisch evenwicht in de NL Waddenzee ontstaan?	Literatuurstudie Beheer bibliotheek		Onderzoek Wantijen
9. Hoe groot is het sedimenttransport over de wantijen en welke rol speelt de uitwisseling in de grootschalige sedimenthuishouding?	Literatuurstudie Beheer bibliotheek		Onderzoek Wantijen
10. Wat bepaalt de sedimentsamenstelling van de bodem van de Waddenzee en hoe verandert zij onder invloed van zeespiegelstijging en menselijke ingrepen?	Literatuurstudie Beheer bibliotheek	Hypsometrische curve per komberging, meerdere jaren, analyse sediment samenstelling	

4.3 Onderzoeksaanpak mesoschaal

Voor de mesoschaal zijn de kennisvragen nader toegelicht in paragraaf 3.5. We kunnen hier direct de stap naar de onderzoeksaanpak maken, waarbij een uitwerking per type morfologisch element nodig is.

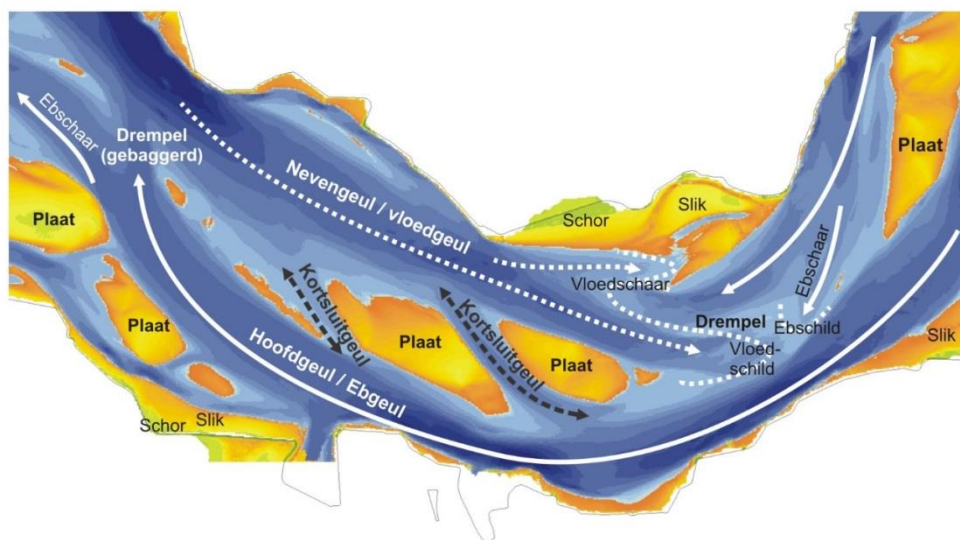
De voorafgaande uitwerking in sedimenthuishouding op macroschaal is relatief statisch en beschrijvend. Ze heeft nog geen betrekking op de onderlinge wisselwerking van de verschillende mesoschaal elementen. Daarmee mist (een onderbouwing van) het conceptuele model voor deze schaal, terwijl het wel zeer gewenst is, omdat veel van beheerproblematiek zich juist op deze schaal voordoet. Dit levert meteen de eerste twee elementen van de noodzakelijke onderzoeksaanpak:

- Het opstellen van een generiek model voor de ontwikkelingen van geulen en aangrenzende platen, met daarin beschouwing van de komberging, sedimentbronnen, transportpaden en sinks.
- Het geven van een generiek overzicht van de gevolgen van verschillende typen ingrepen op de mesoschaal, op basis van voorbeelden uit het Waddengebied.

Dit wordt opgepakt via het mesoschaalrapport. Daarin is echter, binnen de ambities van dit onderzoeksprogramma, het niet mogelijk het specifieke gedrag van alle elementen op de mesoschaal te adresseren. Dit vraagt te veel onderzoek. Wat wel mogelijk is (en ook wordt voorgesteld) is het maken van een classificering en een overzicht van de ontwikkelingen en aandrijvende krachten, op basis van de beschikbare waarnemingen en rapportages. De voorgestelde volgende stap is om via het nauwkeuriger bestuderen van een enkel gebied hypothesen te formuleren en te toetsen of die breder toepasbaar zijn.

Start met een ‘mesoschaalrapport’

Basis voor de het onderzoek op mesoschaal is een fenomenologische beschrijving en analyse. Een (recent) overzichtsdocument (artikel, boek, rapport) waarin de kenmerkende morfologische elementen van kombergingsgebieden systematisch wordt beschreven, met definities en voorbeelden uit de verschillende bekkens ontbreekt vooralsnog. Aanbevolen wordt hier meer aandacht aan te besteden. Een dergelijk ‘mesoschaalrapport’ (zie Deltares-IMDC-Svasek-Arcadis 2013; Cleveringa 2007) bevat fenomenologische beschrijvingen van mesoschaal elementen (Figuur 4.1) van een (model-)kombergingsgebied. Dit gaat verder dan een statische beschrijving, het omvat ook de kenmerkende ontwikkelingen en de veronderstelde aandrijvende krachten. Van belang is dat er afspraken worden gemaakt over het gewenste/vereiste detailniveau (bijvoorbeeld tot en met prielen). Naast een generieke beschrijving gekoppeld aan het modelkombergingsgebied is een beschrijving per kombergingsgebied gewenst, waarbij de mesoschaal-morfologie en de ontwikkelingen daarin worden vergeleken met het referentiebeeld.



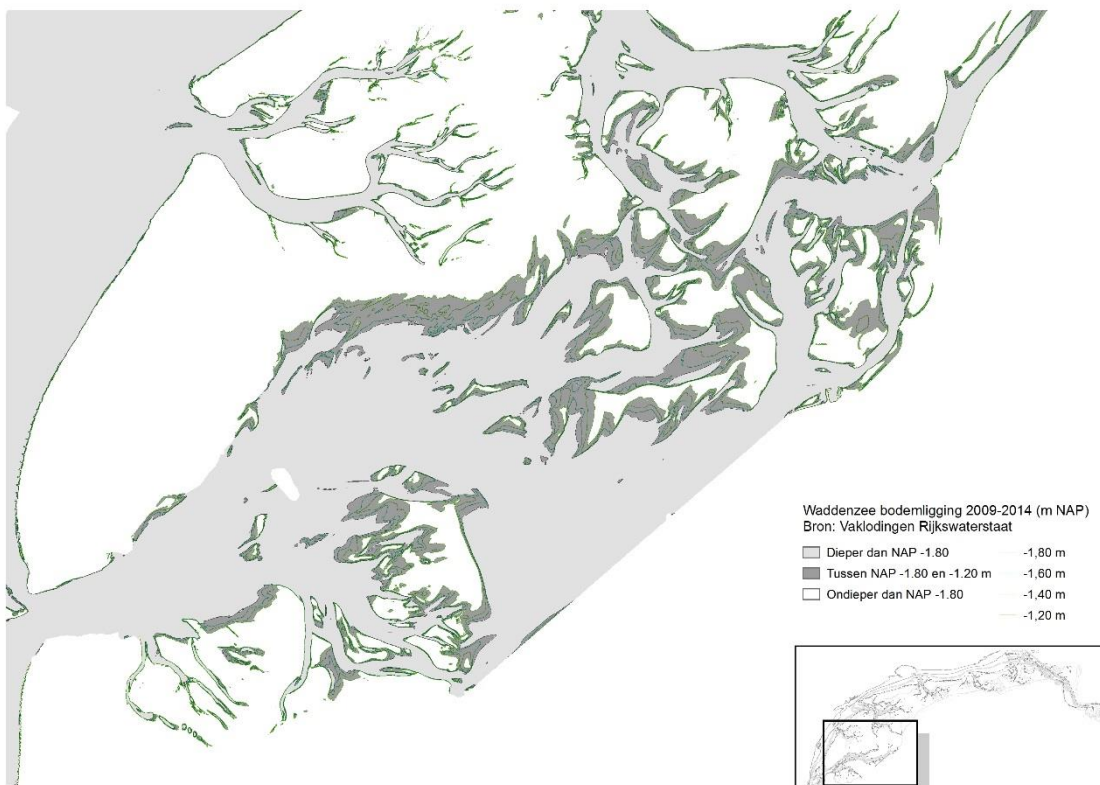
Figuur 4.1 Kaart met de verschillende morfologische elementen die op de mesoschaal worden onderscheiden in de Westerschelde (Westerschelderapport V&T K-16)

In een mesoschaalrapport worden de resultaten van analyses van verschillende mesoschaalelementen opgenomen, zoals die hieronder zijn opgenomen:

Uitwerking voor geulen⁸

⁸ In 2016 is afstudeerder Sjoerd van Til (Zheng Bing Wang & Bram van Prooijen) bij Deltares de geulen en geulmigratie binnen het Amelanders zeeget aan het bestuderen. Waarschijnlijk levert dit nuttige inzicht in de dynamiek en in de methodiek voor dit type onderzoek.

De karakteristieken van de geulen verschillen per kombergingsgebied, maar de methodiek om deze te beschrijven zou hetzelfde moeten zijn. Deze omvat een karakterisering van geuloppervlaktes, gemiddelde dieptes en de oppervlaktes van de dwarsprofielen. In aanvulling daarop lijkt het zinvol om de overgangszones tussen geul en droogvallende plaat te karakteriseren en vast te stellen waar duidelijke verschillen optreden (zie het verschil tussen de scherpe geul-plaatbegrenzing in het Eierlandse gat en bij het Balgzand en de brede overgangszone in de rest van het Zeegat van Texel (zie Figuur 4.2). Hiervoor kan worden gekeken naar de beschrijvingen die eerder zijn toegepast bij het Schelde-estuarium, waar veronderstellingen zijn geponeerd over de relatie tussen de vorm van profielen in de overgangszone (convex, concaaf) en de dynamiek van de aangrenzende plaat (sedimentatie, erosie) (Holzhauer et al. 2011). Deze veronderstellingen zijn overigens voor de Westerschelde niet bevestigd (Depreiter et al. 2014).



Figuur 4.2 Kaart van de overgangszone (donkergrijs) tussen plaat (lichtgrijs) en droogvallende platen (wit) in de Westelijke Waddenzee, met daarin de contouren tussen de NAP – 1 en -2 m

De voorgestelde onderzoeks aanpak omvat:

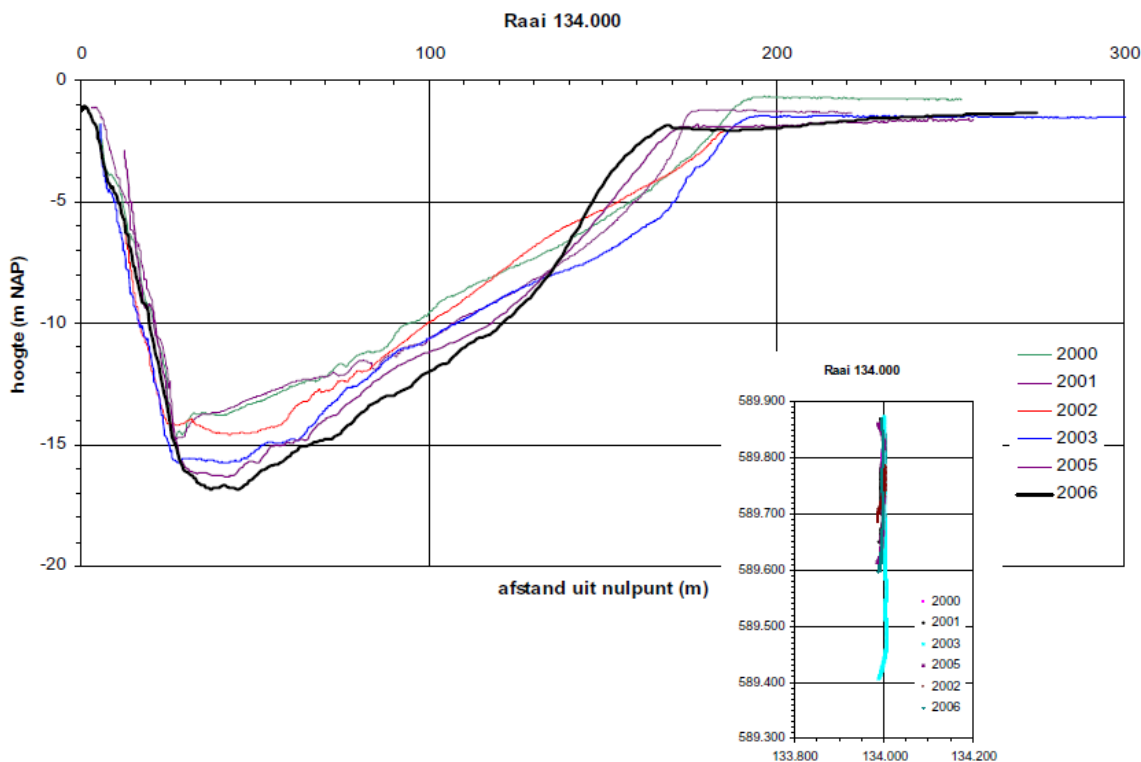
- Methodiek vaststellen / ontwikkelen voor het beschrijven van geulen en overgangszones die voldoende geschikt is voor de Waddenzee.
- Beschrijven en begrijpen van geulmigratie bij specifieke geulen met generieke methodiek en hieruit patronen vinden.
- Mesoschaalrapport aanvullen met beschrijvingen van geuldynamiek.

In aanvulling op het bovenstaande omvat de onderzoeks aanpak een analyse van ingrepen in geulen zoals baggeren, verspreiden, bestorten, etc. Dit is een onderzoek op zich, onder andere omdat hiervoor heel specifiek gegevens verzameld moeten worden die betrekking hebben op de ingrepen, zoals overzichten van het baggeren en verspreiden en

beheerslodingen (Figuur 4.3). Verschillende lopende projecten/ programma's zijn gericht op locatiespecifieke beheervragen, soms met een generieke component:

- Vaarweg Holwerd-Ameland: Interventies in de vaargeul;
- Ecoshape & STW project Slibmotor Koehoal: Verspreiden slibrijke baggerspecie;
- Geulmanagement POV Waddenzeedijken: innovatieve maatregelen stabilisatie waterkering Vierhuizergat.

Kennis aftappen van deze projecten is zeer zinvol om zo de opgedane kennis en ervaring breder toepasbaar te maken.



Figuur 4.3 Dwarsdoorsnede van de Vliesloot (direct ten zuiden van Vlieland) die onderdeel is van een morfologische analyse voor het bepalen van de stabiliteit van de geulwand en de noodzaak tot het uitvoeren van bestortingen.

Het modelleren (of anderszins voorspellen) van migrerende geulen en de response op ingrepen is nog geen regulier werk en de uitkomsten worden zelden (direct) geaccepteerd. Kennisontwikkeling die is gericht op breed geaccepteerde modelvoorspellingen van geulen (en overigens ook van wadplaten en de interactie tussen geul en plaat) is noodzakelijk, omdat het wel gewenst is om modelsimulaties in te kunnen zetten voor de adviespraktijk. Basis hiervoor zijn modelsimulaties van goed gedocumenteerde autonome ontwikkelingen en responses op ingrepen. Hierin kan uitstekend worden opgetrokken met (onderzoeks)projecten gericht op zeegaten en andere getijdebekkens.

De onderzoeksaanpak omvat:

- ontwikkeling van een breed gedragen morfologische model voor simulaties op tijdschalen van meerdere jaren, door het uitvoeren van hindcasts van goed gedocumenteerde ontwikkelingen (autonoom en als gevolg van ingrepen).

Uitwerking voor platen, plaat-geul interactie

Wadplaten blijken bij nadere beschouwing veel grotere variatie in hoogte te vertonen dan meestal wordt verondersteld op basis van overzichtskaarten en hypsometrische curves. Inzoomen op de platen levert inzicht in de grote variatie, zoals zichtbaar in Figuur 4.4. Een beeld van het gemiddelde (weergegeven in droogvalduurkaarten, areaalgrootte en gemiddelde plaathoogte) en van de variatie, inzicht in de hoofdlijnen van de verdeling over de bekkens en de samenhang met de aangrenzende geulen vormt de basiskennis. Daarbij past kennis over de ontwikkelingen in de tijd, in eerste instantie op basis van sedimentatie en erosiekaarten (Figuur 4.5) en dwarsdoorsneden. Daarnaast kan worden gedacht aan droogvalkaarten, areaalgrootte en gemiddelde plaathoogte en voor geulen (hierboven genoemd) aan geuloppervlakte, gemiddelde diepte en oppervlakte dwarsprofiel. Zulke gegevens worden opgenomen in het mesoschaalrapport.



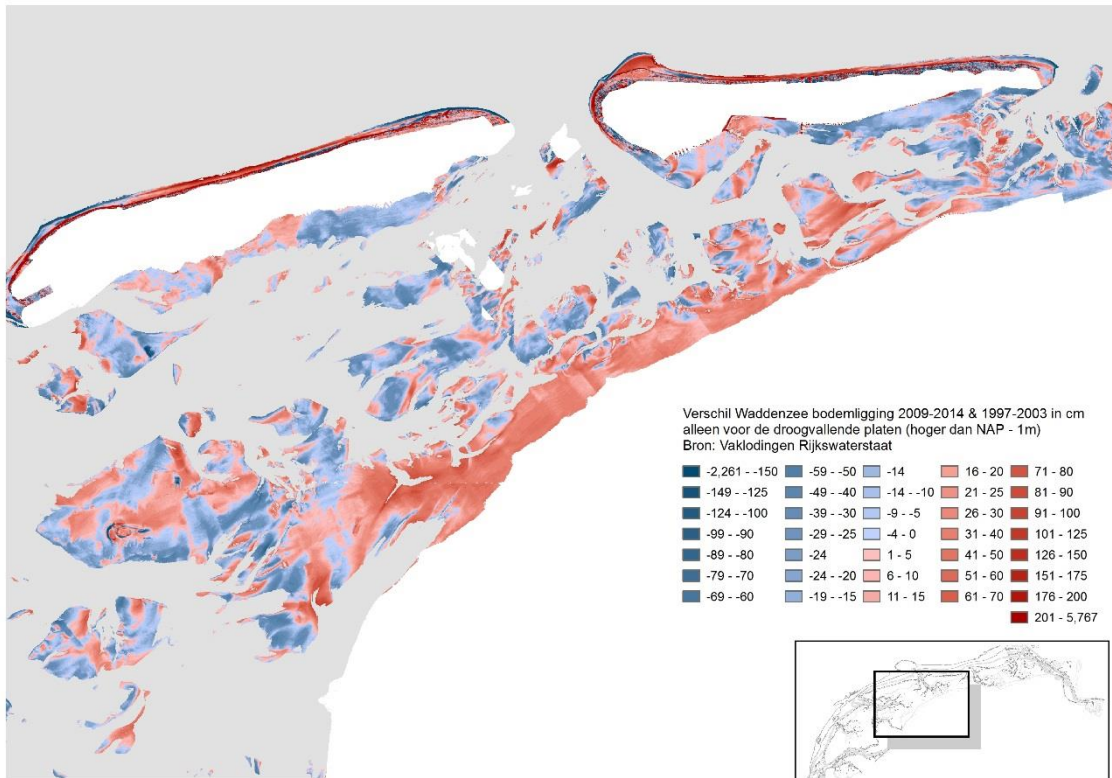
Figuur 4.4 Bodemliggingen ten zuiden van Ameland (2011), waarbij de hoogteschaal voor de platen flink is opgerekt, waardoor hoogteverschillen duidelijk zichtbaar zijn.

De onderzoeksaanpak is (binnen het kader van het mesoschaalrapport):

- De karakterisering van de morfologie van de droogvallende platen, met inbegrip van hun dynamiek.

De hoogteontwikkeling van wadplaten en specifiek het vermogen om mee te kunnen groeien met de stijgende zeespiegel en de dalende ondergrond is een constant punt van aandacht in de Waddenzee (Figuur 4.5). Daarvoor is het van belang dat er voldoende netto aanvoer van zand en slib vanuit de geulen naar de platen plaats vindt. De beperkte kennis van de plaat-geul-interacties maakt het lastig om te voorspellen hoe wadplaten zich autonoom ontwikkelen en wat de response kan zijn op een snellere zeespiegelstijging. Dat maakt het ook lastig om na te denken over eventuele mitigerende maatregelen. Bekend is dat de lokale bruto verticale dynamiek 1-100 keer de netto sedimentatie op de platen is (Hoeksema et al. 2004). Dit impliceert een sterke uitwisseling van sediment tussen geulen en platen. De uitwisseling wordt veroorzaakt door de golf- wind- en getijdegedreven stromingen in combinatie met de (vaak dominant) bodemschuifspanning uitgeoefend door golven die het sediment opwervelen. Daarnaast zijn er verschillende andere factoren waarschijnlijk belangrijk zoals: settling- en scour-lag (Van Straaten and Kuenen 1957; Postma 1961), bankvorming;, biotische effecten, zeefwerking van de platen en de invloed van de vele inter-

en subgetijdeprielen in de intergetijdeplaten. De kennisvraag is dan ook wat (maatgevende/bepalende) processen zijn voor de opbouw en afbraak op platen, zowel voor de lange als korte termijn.

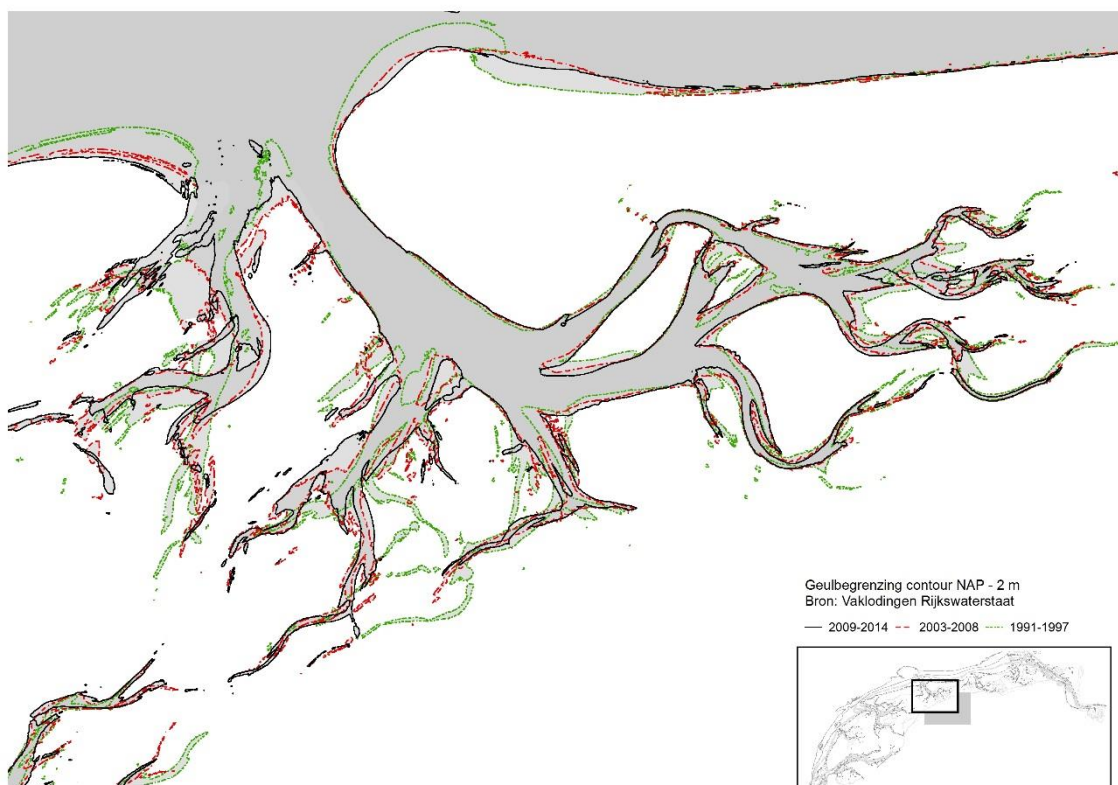


Figuur 4.5 Verskilkaart van de hoogteligging in een periode van 12 jaar, waarbij alleen de droogvallende platen zijn weergegeven. Rood: sedimentatie; Blauw: erosie.

Voor het algemenere begrip van de aansturende processen is het nodig om het gedrag van een plaat en tenminste één aangrenzende geul dieper te doorgronden. De fractal-achtige dendritische structuur van geulsystemen in alle zeegatsystemen suggereert dat tot een bepaalde ondergrens (waaronder vermoedelijk prielwerking gaat overheersen) de wetmatigheden voor geulontwikkeling vrijwel dezelfde zijn (Figuur 4.6). De gevonden wetmatigheden in de mate van geuluitbocht, gegeven de meanderlengte, wijzen ook in de richting van sterke wetmatigheden die voor elke tak gelden. Mogelijk wijst het verschil in de omvang van de overgangszones tussen plaat en geul (Figuur 4.6 en Figuur 4.3) nog op verschillen in de interactie tussen geul en plaat. Mogelijk kan een grote hoeveelheid informatie worden verkregen door een specifieke meanderbocht met bijbehorende platen goed te bestuderen. Het gedrag zal waarschijnlijk afwijken van de platen in de Oosterschelde en Westerschelde, die zich kenmerken door een grover sediment (vnl. medium-coarse sand) en andere forcering. Er is dus Waddenspecifiek onderzoek nodig.

Studies in de Oosterschelde hebben laten zien dat veldmetingen enorm helpen kunnen om een beter inzicht te verkrijgen in het relatieve belang van de mechanismen die een rol spelen en het bepalen van de sedimentatiesnelheden. Van metingen in de Oosterschelde kan worden geleerd, door een analoge onderzoeks aanpak te nemen. Het gaat om sedimenttransportmetingen, plaathoogtemetingen, golf- en stroomsnelheidsmetingen in raaien loodrecht op de geulen. Een kansrijke locatie voor een dergelijk set veldonderzoeken

is het wad ten zuiden van Ameland, dat door de NAM wordt gemonitord vanwege de gaswinning. Hier zijn al veel data beschikbaar (spijkermetingen, LIDAR hoogtemetingen van wadplaten) en zullen in de toekomst meer beschikbaar komen.



Figuur 4.6 Kaart van het Zeegat van Ameland met de ligging van de geulen (begrensd door de NAP -2 m contour) in verschillende jaren.

De onderzoeksaanpak is:

- Vaststellen van wetmatigheden in geulconfiguratie en dynamiek;
- Bepalen van één of meerdere representatieve geuldelen voor nadere analyse
- Monitoringprogramma voor de plaat-geul interactie
- Vertalen van monitoringsresultaten naar generiek (numeriek) model voor plaat-geul interactie in de Waddenzee.

Uitwerking voor kwelders

De kenmerken en ontwikkelingen van veel van de Waddenkwelders zijn goed bestudeerd en gedocumenteerd in rapporten en studies. Deze zullen worden gebruikt om het mesoschaalrapport te voorzien van kenmerkende informatie hierover.

Voor de korte en lange termijn benutting van kwelders voor de waterveiligheid is aanvullend inzicht nodig over hoe de voorlanden aangroeien, welke (formeel) rol dit kan spelen in de waterveiligheid (kwelders als onderdeel van de waterkering, toetsing,...), welke veranderingen optreden in de ecologische waarden van de kwelders (successie van de vegetatie) en wat de gevolgen zijn van beheer en gebruik (begrazing).

De kwelderontwikkeling is mede afhankelijk van het gedrag van de platen ervoor en de aanwezigheid van geulen. Daar waar dit speelt kan analyse plaatsvinden door de gegevens uit de vaklodingen te koppelen aan de jaarlijkse pq-metingen (permanente kwadranten): vergelijking van de kwelderontwikkelingspatronen met de ontwikkelingspatronen in het voorliggende wad op grond van de lodingskaarten beschikbaar voor de periode 1986-2016.

De onderzoeksaanpak is:

- Bepalen waar de interactie tussen wad en kwelder bepalend is of kan zijn voor de ontwikkeling van het voorland;
- Analyse van de samenhang in de ontwikkeling van wad en kwelder.

Het functioneren van kwelders als onderdeel van de waterkering krijgt aandacht in de Project Overstijgende verkenning (POV) waddenzeedijken. In het Ecoshape en STW project Kwelderontwikkeling Koehoal wordt gekeken naar het stimuleren van de aangroei van kwelders.

Uitwerking voor bijzondere hoge platen

De kennis en onderzoeksvragen rond bijzondere hoge platen zijn gekoppeld aan hun genese, instandhouding en de verschillende morfologische (en ecologische) processen die een rol spelen bij hun dynamiek en afbraak. Gezien de verschillen in ligging, geschiedenis en dynamiek lijkt het niet waarschijnlijk om hier een generiek conceptueel model voor te ontwikkelen, het zal locatiespecifiek moeten gebeuren. Hiervan zullen enkele voorbeelden worden opgenomen in het mesoschaal document Waarschijnlijk is het wel mogelijk om meer generieke adviezen te geven over eventuele beheermaatregelen, gebaseerd op kennis van de processen en eerdere ervaringen.

De onderzoeksaanpak is:

- Keuze maken voor voorbeelden van bijzondere hoge platen en hiervan beschrijving opnemen in mesoschaal rapport, bij voorkeur op basis van bestaande rapportages.

Specifieke opgave t.a.v. sedimentsamenstelling

Deze opgave moet samen met de vraagstukken hierover op de macroschaal (vraag 10 daarvan) worden opgepakt. De kennisvragen rond de sedimentsamenstelling hebben enerzijds te maken met de basiskennis over de verdeling in de Waddenzee en de eventuele veranderingen in de tijd. Anderzijds hebben ze te maken met de processen (waarom ligt daar meer slib en daar meer zand?) en het gebruik (wat is de invloed van baggeren, verspreiden en visserij) en het beheer (spelen de zandwinning op de Noordzee en zandsuppleties een rol?). Analyses van de sedimentsamenstelling worden van oudsher gehinderd door de beperkte beschikbaarheid van gegevens en door de lastige tot onmogelijke onderlinge vergelijkbaarheid van verschillende sets. Met de nieuwe set korrelgroottegegevens die in het SIBES project is verzameld (van de droogvallende platen) kan een nieuwe gegevensset worden toegevoegd, om de patronen in de bodemsamenstelling te beschouwen en deze te vergelijken met oudere gegevens (Rijkswaterstaat 1998; McLaren et al. 1998; De Gloppe 1967; Zwarts 2004). Deze analyse kan in samenhang worden uitgevoerd met beschouwing over de bronnen en putten voor slib in en rond de Waddenzee, die gekoppeld aan de grote schaal en lange termijn ontwikkeling. Hiervoor wordt de sedimentsamenstelling beschouwd in samenhang met patronen in erosie en sedimentatie. Voor deelgebieden van de Waddenzee (Westelijke Waddenzee, Eems-Dollard) zijn dergelijke analyses al uitgevoerd, maar voor de gehele Waddenzee nog niet.

De voorgestelde onderzoeks aanpak is daarmee:

- Vergelijking van de patronen in de sedimentsamenstelling tussen de verschillende datasets;
- Verklaren van waargenomen overeenkomsten en verschillen;
- Combineren van sedimentsamenstelling met sedimentatie en erosiekaarten voor het bepalen van belangrijke sinks en eventuele sources.

Tabel 4.2 Overzicht onderzoeksactiviteiten per deelvraag mesoschaal

Onderzoeksvraag	Literatuurstudie	Datanalyse verzameling en analyse	Modelaanpak
1. Welke methodiek is passend voor het beschrijven van de mesoschaal morfologie van geulen, platen en overgangszones voor de Waddenzee?	Mesoschaal-rapport: beschikbare mesoschaal elementen getijdebekkens	Mesoschaalrapport: Fenomenologische analyse vaklodingen	
2. Welke patronen in geulmigratie zijn te beschrijven met een generieke methodiek?	Overzicht literatuur geulpatronen en geulmigratie	Analyse geulmigratie bij aantal geulen in specifieke setting	Ontwikkeling breed gedragen morfologisch model voor simulaties op schaal van jaren, door uitvoeren van hindcasts van goed gedocumenteerde ontwikkelingen
3. Wat is goede karakterisering van de morfologie van de droogvallende platen, met inbegrip van hun dynamiek en interactie tussen geulen en aanliggende platen.	Overzicht literatuur plaat geometrieën in samenhang met patronen in geulen	Analyse platen in verschillende omgevingen	Ontwikkeling breed gedragen morfologisch model voor simulaties op schaal van jaren, door uitvoeren van hindcasts van goed gedocumenteerde ontwikkelingen
4. Hoe groeien voorlanden aan en kunnen kwelders onderdeel van de waterkering zijn. Welke veranderingen treden op in de ecologische waarden.	Literatuuroverzicht interactie tussen wad en kwelder Samen met POV Waddenzeedijken	Analyse waarnemingen kwelderhoogte en ontwikkeling van wadplaten, gericht op eventuele samenhang in de ontwikkeling van wad en kwelder.	Ontwikkeling breed gedragen model voor kwelderontwikkeling in samenhang met wadplaatontwikkeling
5. Hoe passen 'bijzondere hoge platen' (Griend, Zuiderduintjes, Richle, etc.) in de te ontwikkelen systematiek	- Keuze maken voor voorbeelden - Hiervan beschrijving opnemen in mesoschaal rapport	Mesoschaalrapport: Fenomenologische analyse vaklodingen	Identificeren morfologische processen (wind, stormen) en mogelijkheid modelvoorspellingen
6. Wat is de onderlinge wisselwerking van de	Beschouwing van komberging,	Analyse sedimentbudgetten op	Ontwikkeling breed gedragen morfologisch

verschillende mesoschaal elementen in teremen van sedimentbronnen, sinks en het transport	sedimentbronnen, transportpaden en sinks Generiek overzicht van de gevolgen van verschillende typen ingrepen op de mesoschaal	mesoschaal	model voor simulaties op schaal van jaren, door uitvoeren van hindcasts van goed gedocumenteerde ontwikkelingen
7. Wat zijn de patronen in de bodemsamenstelling op mesoschaalniveau en hoe wordt deze beïnvloed door sinks en sources?	Beschouwing van patronen in literatuur -	Analyse sedimentsamenstelling op mesoschaal Combineren met sedimentaire - erosiekaarten voor het bepalen van belangrijke sinks en eventuele sources.	Ontwikkeling morfologisch model voor simulaties op van sedimentsamenstelling (zand en slib) binnen bekkens

Vraagstukken buitendelta's en vertroebeling worden momenteel geacht te vallen onder andere onderzoeksprogramma's. Zie hieronder.

4.4 Overige vraagstukken

4.4.1 Invloed ontwikkeling buitendelta's op de Waddenzee

Erosie en heroriëntaties van de buitendelta's kunnen leiden tot minder sedimentaanvoer of minder luwte voor eilanden en/of Waddenzee. Door een reductie van het zandvolume kan het sedimenttransport naar het "downdrift" liggende eiland of de Waddenzee optreden. Onduidelijk is of dit ook echt optreedt, omdat er altijd wel zand aanwezig zal zijn in de buitendelta dat vervoerd kan worden. Daarnaast kan er minder luwte worden geleverd als de buitendelta lager wordt of in volume afneemt. Historische waarnemingen maken aannemelijk dat het grotendeels verdwijnen van de buitendelta van het Eierlandse Gat leidde tot een sterke kustachteruitgang van West Vlieland in de 18^e eeuw. Verder trad erosie op langs de kust van Amrum toen de buitendelta van het Hörnum zeegat lager werd. Tevens kunnen golven verder de Waddenzee indringen.

Heroriëntatie van de buitendelta kan ook effecten hebben. Waarnemingen langs de kust van Nedersachsen leerden dat een te oostelijke positie van het zeegat ertoe leidde dat aanlanding van zandbanken oostelijker optrad. Hierdoor was er erosie aan de westkant van Baltrum en Norderney, Omgekeerd is erosie van de 'Westkop van Juist' juist veroorzaakt door een sterke westwaartse verlegging van het zeegat, waardoor het aanlandpunt van zandplaten westelijk van het eiland kwam te liggen. Door dergelijke veranderingen kan ook het kombergingsgebied minder of meer sediment ontvangen.

Leidende kennisleemten

- Hoe gaat de erosie en/of heroriëntatie verder en kunnen buitendelta's verdwijnen?
- Wat zijn de consequenties voor de kust daarvan?
- Wat zijn de consequenties voor de Waddenzee daarvan?

De ontwikkeling van de buitendeltahoogte en het buitendeltavolume i.r.t. de golfdoordringing in de Waddenzee zou mogelijk vrij gemakkelijk onderzocht kunnen worden voor het

Amelander Zeegat, als case. Er is een goed bruikbare dataset door golfboeien in Zeegat en kombergingsgebied (uit SBW project).

Voor de effecten van heroriëntaties kan een analyse van de effecten van de heroriëntaties van de zeegaten van Texel, Baltrum, Norderney en Juist helpen. Daarbij kan via modelstudies gekeken worden naar het effect van een vermindering in luwte voor de eilandkust worden bekeken en tevens nagegaan worden wat de effecten zijn van een ander aanlandpunt van de platen die vanuit de buitendelta zich met het eiland verhelen.

Een literatuurstudie van de aanlanding van zandplaten in de Nederlandse en Duitse Waddenzee op de eilanden en hun ontwikkeling kan antwoord geven op de vraag: "in hoeverre bepaalt de positie t.o.v. het zeegat de zandimport richting een kombergingsgebied?"

Momenteel is de verwachting dat het bovenstaande voldoende opgepakt kan worden in Kustgenese 2 en SEAWAD.

4.4.2 Invloed kustsuppleties op de Waddenzee

Bij veel stakeholders is twijfel gerezen of zandsuppleties inderdaad zo goed aansluiten bij de natuurlijke dynamiek van de zeegatsystemen. Enerzijds door de hoeveelheid slib die extra ter beschikking zou komen in het water; anderzijds omdat de grote hoeveelheden zand die jaarlijks worden aangebracht om de basiskustlijn te handhaven voor een deel in de Waddenzee terecht komen en daar tot ongewenste effecten zouden leiden. Tegenover deze twijfels staat het feit dat de Noordzeekusten zich eerder met gemiddeld 1-2 m per jaar terugtrokken, waarbij mogelijk net zulke grote hoeveelheden zand ter beschikking kwamen richting de zeegatsystemen. Hier is echter nog geen goede onderbouwing van.

De sedimentbehoefte van de Waddenzee zal bij een versnelde zeespiegelstijging toenemen. Dit zand zal geleverd moeten worden door de Noordzeekust van het Waddengebied. Hierom kan overwogen worden het zand alvast op zo'n wijze te suppleren dat het sneller ter beschikking komt aan de Waddenzee. Als dit al een beleidsafweging is (eerst zullen kosten en doelen afgewogen moeten worden), dan kan nu nog worden vastgesteld op welke plek dit dan zou moeten gebeuren.

Leidende kennisleemten

- Hoe wordt de importsnelheid richting de kombergingsgebieden beïnvloed?
- Is het wenselijk het ontwerp van suppleties op de eilanden erop aan te passen?
- Beïnvloeden kustsuppleties de sedimentsamenstelling van de Waddenzee?

Een onderzoeksaanpak is de vergelijking van de hoeveelheid sediment die vrijkwam bij de terugtrekking van de kust voorafgaand aan de suppletiewerken met de hoeveelheid sediment die momenteel wordt gebruikt om de basiskustlijn te handhaven, plus de hoeveelheid die erodeert op de kustlijnen die niet gehandhaafd worden op basis van Jarkus en suppletiegegevens.

Momenteel is de verwachting dat het bovenstaande voldoende opgepakt kan worden in Kustgenese II en/of B&O kust.

4.4.3 Invloed vastleggen van de eilandkoppen op de Waddenzee

Het vastleggen beïnvloedt de zandtransporten en daarmee de zandaanvoer naar de Waddenzee. Dit is niet vanzelfsprekend blijvend negatief, zie bijvoorbeeld de grote strekdam

bij Eierland (Texel). Deze liep na een paar jaar ‘over’ met zand en duidelijke effecten van deze grote ingreep heeft men niet kunnen vinden in het nabij gelegen Eierlandse Gat.

De vragen zijn:

- Wat is de invloed van het vastleggen van de eilandkoppen?
- Beïnvloedt dit de sedimentsamenstelling van de Waddenzee?

Een onderzoeksaanpak is de analyse van het effect van het vastleggen van de eilandkoppen van Eierland (Noord-Texel) en West Ameland middels een modelstudie waarbij situaties worden vergeleken waarbij de kunstwerken zonder zand aanwezig zijn en met een volledige bedekking. Het verschil in sedimenttransport kan duidelijk maken hoe groot de zandbedekking van de kunstwerken moet zijn opdat er geen significante invloed is van de kunstwerken op de transporten richting de kombergingsgebieden.

4.4.4 Vraagstukken omtrent vertroebeling

Behalve voor de morfologische ontwikkelingen speelt slib ook een belangrijk rol in de troebelheid van het water, wat heel belangrijk is voor de ecologie. Bovendien hangt de troebelheid ook sterk samen met baggeren en storten i.v.m. vaargeulverbetering en – onderhoud. Rondom de troebelheidsproblematiek is er een complete onderzoek programma uitgewerkt in ‘Clear as mud’ waarin de volgende kennisopgaven zijn opgenomen:

1. Budgetten
2. Variaties in tijd
3. Verblijftijden
4. Rol zoetwaterafvoer
5. Effect ‘extreme’ gebeurtenissen
6. Netto transport over wantijen
7. Effect toegenomen zeespiegelstijging
8. Rol kwelders
9. Transport tussen geul en IGG
10. Invloed afsluitingen op slibtransporten

Hiervoor kan op dit moment nog geen onderzoeksaanpak gegeven worden. Het wordt geacht buiten het programma te vallen. Aanpassingen daarop en een eventuele nadere uitwerking zal plaats moeten vinden vanuit de vragen en prioriteiten vanuit beheer en beleid.

4.5 Vraagstukken omtrent de Informatiebehoefte en beschikbaarheid van gegevens

Kennisvragen leiden tot een informatiebehoefte. Vervolgens zal beoordeeld moeten worden of hiervoor voldoende gegevens zijn met voldoende kwaliteit. Eventueel zullen aanvullende gegevens verzameld moeten worden. De informatiebehoefte op het gebied van de abiotische karakteristieken van de Waddenzee wordt voor een deel bepaald door de beheervragen zoals die in dit rapport zijn opgenomen. Daarnaast zijn er onderzoeksvragen en beheer- en beleidsvragen buiten de scope van dit plan, waarbij gebruik gemaakt wordt van dergelijke gegevens. Een voorbeeld hiervan is het Hand-aan-de-Kraan proces dat is ingericht rond gaswinning, waarbij onder andere gebruik wordt gemaakt van metingen aan waterstanden en bodemligging.

Voorgesteld wordt om aan te sluiten bij bestaande initiatieven die worden uitgevoerd rond de monitoring, zowel door Rijkswaterstaat, als door samenwerkende partijen. De ervaringen bij het uitvoeren van onderzoek op de verschillende ruimtelijke schalen met de beschikbare en

ontbrekende gegevens kunnen hiervoor bijeen worden gebracht. In Hoofdstuk 5 wordt een aanzet gegeven voor de organisatie van het onderzoeksprogramma.

5 Organisatie onderzoeksprogramma

Dit onderzoeksprogramma is onderdeel van een proces dat als doel heeft te komen tot structurele kennisontwikkeling die wordt gedragen door de betrokken stakeholders, is geborgd voor de toekomst, en aansluit bij de dagelijkse praktijk van Waddenzeebeheer. Het is een uitwerking van actie 4 in de Samenwerkingsagenda van de Waddenzee beheerders waarbij een “*Gezamenlijk lange termijnanalyse morfologische ontwikkelingen Waddensysteem*” wordt nagestreefd. Rijkswaterstaat is initiatiefnemer van deze actie en andere Waddenzeebeheerders moeten er actief bij betrokken worden. Om dit te realiseren is betrokkenheid en draagvlak nodig van andere beheerders in de Waddenzee. Voor het creëren daarvan is het onvoldoende alleen oog te hebben voor de wetenschappelijke feitenbasis. Kennis en kennisontwikkeling moeten ook legitiem zijn, wat wil zeggen dat er verankering is in afspraken of wetgeving. Ook moet de kennis goed aansluiten bij de vragen van beheerders. Om hier voor zorg te dragen stellen we in dit hoofdstuk voor om te werken met een kenniscommunity gebaseerd op het succesvolle model zoals dat gebruikt wordt in het Schelde-estuarium.

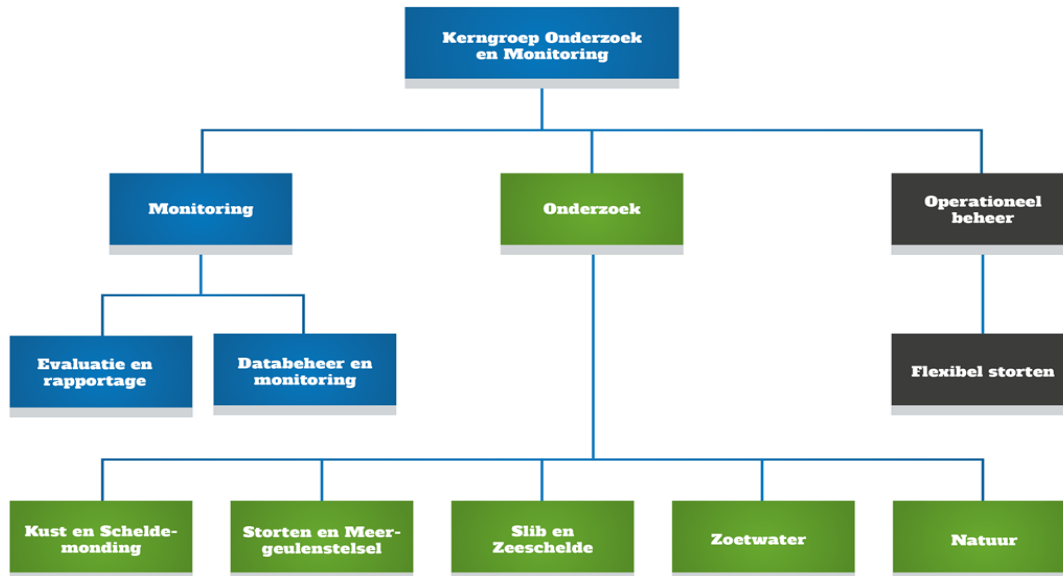
In het Schelde-estuarium (een qua complexiteit vergelijkbaar systeem) werken beheerders en onderzoekers al langer goed samen in een ‘kenniscommunity’, met begeleiding en aansturing van onderzoek via inhoudelijk consistente projectgroepen. De lessen die daar zijn opgedaan gebruiken we bij het ontwerpen en ontwikkelen van een kenniscommunity voor de morfologie in de Waddenzee.

5.1 Kenniscommunity in het Schelde-estuarium, als voorbeeld

In het Schelde-estuarium werken Nederland en Vlaanderen samen op het gebied van beleid en beheer. Deze samenwerking is vastgelegd in verdragen. Het formele samenwerkingsplatform is de in 2008 opgerichte Vlaams-Nederlandse Schelde Commissie (VNSC, zie www.vnsc.eu). In de VNSC is het overleg op politiek en ambtelijk niveau geregeld en zijn werkgroepen ingericht ter ondersteuning hiervan. In de werkgroep Onderzoek en Monitoring (O&M) vindt de coördinatie van het onderzoek en de monitoring plaats. De onderzoeksopgaven voor toekomstige uitdagingen zijn vastgelegd in een speciaal kader: de Agenda voor de Toekomst. De werkgroep O&M kent meerdere projectgroepen (zie Figuur 5.1), georganiseerd rondom thema’s die voor de samenwerkende beheerders herkenbaar. Dit is deels geografisch bepaald (zoals de projectgroep ‘slib en Zeeschelde’) en deels meer inhoudelijk (zoals de projectgroep ‘natuur’). In alle projectgroepen zijn onderzoekers en beheerders uit beide landen vertegenwoordigd.

De werkgroep O&M functioneert in de praktijk als een ‘kenniscommunity’. In de projectgroepen ontvangen en interpreteren de beheerders gezamenlijk de resultaten van onderzoek. De gezamenlijke prioritering bevordert afstemming en de optimalisatie biedt ruimte aan ad-hoc-advisering (er wordt direct uit het onderzoek afgetapt). Een overkoepelende kerngroep bewaakt de grote lijnen. Partijen beschikken daarmee gelijkwaardig over de kennis voor beleid en beheer.

Partijen (stakeholders) die zelf niet direct bij het onderzoek betrokken zijn en niet in de projectgroepen deelnemen worden op de hoogte gehouden via andere VNSC-gremia. Een belangrijke is de Schelderaad, via welke stakeholders gezamenlijk direct aan politiek en hoogste ambtelijk niveau kunnen adviseren. Wetenschappelijke toetsing is via de volledig onafhankelijke ‘Commissie Monitoring Westerschelde’ georganiseerd.



Figuur 5.1 Organogram VNSC, onderdeel Onderzoek en Monitoring uit begin 2016

5.2 Organisatie kenniscommunity morfologie Waddenzee: uitgangspunten

Het organisatiemodel van de VNSC kan niet zomaar overgenomen worden. In het Waddengebied is de situatie qua verankering in wetgeving (legitimiteit) en het (grotere) aantal te betrekken beheerders wezenlijk anders. Ook betrokkenheid van stakeholders en de onderzoekstraditie geven andere aandachtspunten. Deze punten en de succesfactoren van de VNSC leiden tot de uitgangspunten welke gehanteerd kunnen worden bij het opzetten van een kenniscommunity morfologie Waddenzee.

1. Er zijn twee cruciale factoren voor het succes van de VNSC-werkgroep onderzoek en monitoring. De eerste is de institutionele inbedding van de werkgroep. Dit maakt dat het een legitiem orgaan is om kennis te ontwikkelen en delen. De tweede is dat beheerders en onderzoekers (opdrachtgevers en opdrachtnemers van onderzoek), uit beide landen, er samenkomen. Dit voorkomt ook dat elders (conflicterende) kennis wordt ontwikkeld.

Uitgangspunt 1: Voor het functioneren van een kenniscommunity is legitimiteit essentieel.

Uitgangspunt 2: In de kenniscommunity dienen zowel beheerders als onderzoekers te zijn vertegenwoordigd

2. In het Schelde-estuarium is er legitimiteit doordat er op nationaal niveau bindende afspraken gemaakt zijn voor het opzetten van een samenwerking, waaraan beide landen zich hebben gecommitteerd. Een vergelijkbaar sterke juridische verankering ontbreekt in het Waddengebied. In het Waddengebied zijn beheerders georganiseerd in de beheerraad. Deze beheerraad heeft samen met het Regiecollege Wadden (RCW) de Samenwerkingsagenda uitgewerkt, wat een plan van aanpak is om het beheer van de Waddenzee te optimaliseren en verbeteren. Momenteel is de agenda beperkt bindend en heeft dit voor de morfologie (actie 4) nog beperkt tot actieve samenwerking geleid. Evengoed lijkt de Samenwerkingsagenda de geijkte plaats om een kenniscommunity in te verankeren en het daarmee legitimiteit te geven.

Uitgangspunt 3: Het verankeren van een kenniscommunity in de Samenwerkingsagenda kan legitimiteit bieden

3. De bestuurlijke complexiteit is in beide gebieden groot. In het Schelde-estuarium ligt de oorzaak hiervan met name in de betrokkenheid van twee verschillende landen en de grote en conflicterende belangen van de haven van Antwerpen, natuur en landbouw. In de Waddenzee wordt de bestuurlijke complexiteit met name veroorzaakt door het grote aantal partijen en beheerders (13) in het gebied en de onoverzichtelijk situatie als het gaat om verantwoordelijkheden en afhankelijkheden tussen partijen. Daarnaast spelen ook in de Waddenzee verschillende belangen, hoewel hier tegenstellingen niet altijd zo duidelijk aan de oppervlakte liggen als in het Schelde-estuarium. In de VNSC zitten voornamelijk twee landen aan tafel, wat aanzienlijk overzichtelijker is dan 13 beheerders in de Waddenzee. Om een kenniscommunity werkbaar te houden moet hiermee rekening worden gehouden. Een onderscheid in de mate van betrokkenheid bij de kenniscommunity ligt voor de hand.

Uitgangspunt 4: de kenniscommunity moet ruimte bieden aan veel verschillende partijen, waarbij de mate van betrokkenheid kan verschillen.

4. In het Schelde-estuarium speelt de VNSC een heel centrale rol al het gaat om onderzoek en monitoring. In het Waddengebied daarentegen is onderzoek diffuser georganiseerd, ook in de mate waarin de vragen voor beheer en beleid zijn georganiseerd. Rijkswaterstaat is niet de enige of vanzelfsprekende autoriteit als het om kennisontwikkeling gaat. Naar de 12 andere beheerders in het Waddengebied is er de Waddenacademie die zich inzet voor het agenderen, programmeren informeren over onderzoek in de Waddenregio en het Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW), een samenwerkingsorganisatie die zich onder meer ook bezig houdt met Waddenzee morfologie. Voor het onderwerp morfologie is Rijkswaterstaat echter wel, als morfologisch beheerder, de belangrijkste vragensteller en financier en wordt naar RWS gekeken als het gaat om het nemen van de regie. De veelheid aan organisaties maakt de kennis en het onderzoek op dit moment (te) versnipperd. Uitgangspunt bij het opzetten van een kenniscommunity moet zijn dat naast het organiseren van kennis en onderzoek, er verbindingen moeten worden gelegd tussen verschillende reeds bestaande kennis- en onderzoeksgremia.

Uitgangspunt 5: Bij het opzetten van een kenniscommunity moeten er verbindingen worden gelegd tussen verschillende reeds bestaande kennis- en onderzoeksgremia waarbij RWS een regierol kan nemen.

5. De Schelderaad' opereert op relatieve afstand van de werkgroep O&M en is een formeel adviesorgaan van de VNSC (zowel op politiek als hoogste ambtelijk niveau). Waarschijnlijk dekt zo'n model niet de behoefte bij het opzetten van een kenniscommunity morfologie Waddenzee omdat stakeholders daarmee op grote afstand blijven. Anderzijds zullen de stakeholders in de Waddenzee (net als bij de VNSC) in het algemeen niet direct aan tafel zitten bij de aansturing van het onderzoek. Sommige partijen moeten dus direct samenwerken in het onderzoek en voor andere partijen is informeren voldoende. Te veel interactie betekent inefficiënte inzet van middelen en te weinig betrokkenheid gaat ten koste van draagvlak. Om voor de Waddenzee een juiste vorm te vinden die zowel

onderzoekaansturing en stakeholderbetrokkenheid goed bediend is een analyse van het netwerk, waaronder gesprekken met de stakeholders, nodig. Op basis hiervan kan tevens een strategie met betrekking tot borging en communicatie van kennis worden ontwikkeld.

Uitgangspunt 6: Het betrekken van stakeholders vraagt om goed begrip van de stakeholders en (hun) gewenste mate van betrokkenheid.

Uitgangspunt 7: Er dient een strategie te zijn voor de borging en communicatie van kennis naar stakeholders en breder publiek.

5.3 Naar een kenniscommunity morfologie Waddenzee: te nemen stappen

Het ontwikkelen van een kenniscommunity vindt niet plaats op de tekentafel, maar in een proces met betrokken partijen. Het is in ieder geval de wens om op structurele en minder versnipperde manier de kennisbasis te ontsluiten en het onderzoek te organiseren. Dit omvat ook dataopslag en monitoring. Rijkswaterstaat kan in het complexe Wadden-speelveld niet (alleen) sturen, maar wel een regierol oppakken die gericht is op verbinden en het beschikbaar maken van kennis. Via een structurele samenwerking met Deltares kan het kennisnetwerk goed worden aangesproken en daarmee kennis worden geborgd. Hieronder volgen stappen (niet chronologisch) die aan bod komen bij het inrichten van een kenniscommunity.

- 1 Kenniscommunity **agenderen** in het kader van de Samenwerkingsagenda. In beeld brengen hoe de beheerders willen of kunnen bijdragen en betrokken willen worden, wat een goed organisatiemodel zou zijn en rondom welke thema's werkgroepen georganiseerd kunnen worden.
- 2 **Om tafel met de partijen die naar verwachting een grote rol** kunnen spelen in het mede opzetten van een kenniscommunity. Dit zijn naar verwachting partijen die ofwel al actief bezig zijn met het coördinerend en organiseren van kennis ofwel partijen die daar een groot belang bij hebben. Het gaat in eerste instantie om partijen zoals de Waddenacademie, het Programma naar een Rijke Waddenzee, het ministerie van EZ.
- 3 **In beeld brengen van stakeholders**, hun gewenste betrokkenheid bij een kenniscommunity morfologie Waddenzee, hun behoefte aan communicatie en kennisborging. Een analyse van stakeholders en interviews met de betreffende partijen kan als basis dienen voor een effectief stakeholder beleid in de kenniscommunity en een strategie voor kennisborging en communicatie.
- 4 **In beeld brengen van bestaande kennis- en onderzoeks-gremia**
- 5 **Voorstel maken voor inrichting van de kenniscommunity** en bijbehorende organisatie, rollen en taken, en bijdragen van de deelnemers.
- 6 **Voorstel voor ondersteunend systeem voor de kenniscommunity** voor het delen van kennis en informatie.
- 7 Met alle betrokkenen de **kenniscommunity oprichten en implementeren** in eigen organisatie (via een convenant of vergelijkbaar instrument)

6 Referenties

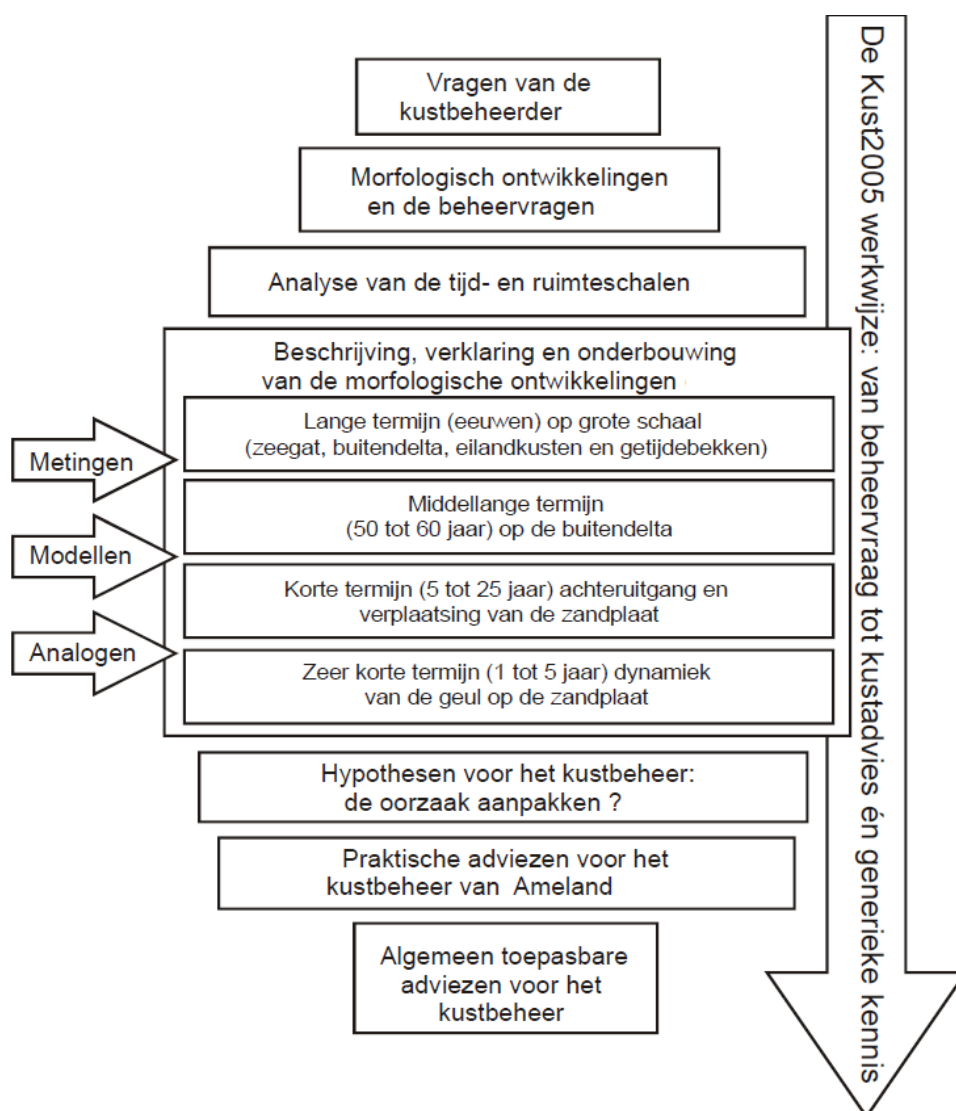
- Algemene Rekenkamer (2013) Waddengebied: natuurbescherming, natuurbeheer en ruimtelijke inrichting.
- Beets DJ, Van der Spek AJF (2000) The Holocene evolution of the barrier and the back-barrier basins of Belgium and the Netherlands as a function of late Weichselian morphology, relative sea-level rise and sediment supply. *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences* 79 (1):3-16
- Cleveringa J (2007) MER verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Achtergrond-document morfologische ontwikkeling Westerschelde. Fenomenologisch onderzoek naar de ontwikkelingen op meso-schaal.
- Cleveringa J, Israël CG, Dunsbergen DW (2005) Resultaten van 10 jaar morfologisch onderzoek in het kader van de Rijkswaterstaat programma's KUST2000 en KUST2005. Rijkswaterstaat RIKZ, Den Haag
- Dankers (2016) ED2050. Plan van Aanpak Hydromorfologische Verbetering Eems Dollard Estuarium. Uitgave van de provincie Groningen en het ministerie van Infrastructuur en Milieu
- De Glopper RJ (1967) Over de bodemgesteldheid van het waddengebied, vol 43. Van Zee tot land. Tjeenk Willink,
- Deltares-IMDC-Svasek-Arcadis LVTC (2013) Samenhang ontwikkelingen tijd- en ruimteschalen.
- Depreiter D, Cleveringa JvdL, T., Maris T, Ysebaert T, Wijnhoven S (2014) T2009-rapport Schelde-estuarium. IMDC/Arcadis/Universiteit Antwerpen/Imares/NIOZ,
- Dijkema KS (1980) Large-scale geomorphologie pattern of the Wadden Sea area. In: Dijkema KS, Reineck H-E, Wolff WJ (eds) *Geomorphology of the Wadden Sea area*. Balkema, Rotterdam, pp 72-80
- Duran-Matute M, Gerkema T (2015) Calculating residual flows through a multiple-inlet system: the conundrum of the tidal period. *Ocean Dynamics* 65 (11):1461-1475. doi:10.1007/s10236-015-0875-1
- Elias EPL, Van der Spek AJF, Wang ZB, De Ronde J (2012) Morphodynamic development and sediment budget of the Dutch Wadden Sea over the last century. *Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw* 91
- Eysink WD (1979) Morfologie van de Waddenzee; gevolgen van zand- en schelpenwinning. WL|Delft Hydraulics, Delft
- Eysink WD, Biegel EJ, 1992. (1992) Impact of sea level rise on the morphology of the Wadden Sea in the scope of its ecological function. WL | Delft Hydraulics, Delft
- Hoeksema HJ, Mulder HPJ, Rommel MC, De Ronde JG, De Vlas J, Roest JPA, Van der Valk L, Eysink WD, Wang ZB, De Vriend HJ, Dijkema KS (2004) Bodemdalingstudie Waddenzee 2004 : vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd. Rijkswaterstaat RIKZ,
- Holzhauser H, Maris T, Meire P, Van Damme S, Nolte A, Kuijper K, Taal M, Jeuken C, Kromkamp J, Van Wesenbeeck B, Van Ryckegem G, Van den Bergh E, Wijnhoven S (2011) Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium Fase 2. Deltares, Universiteit Antwerpen, Ecobe, NIOO & INBO,
- Isbary G (1936) Das Inselgebiet von Ameland bis Rottumeroog. Morfologische unde hydrographische Beiträge zur Entwicklungsgechichte der friesischen Inseln. vol 56. Archiv der deutschen Seewarte, Band
- Janssen GM, Lofvers E (2016) RWS-Kennisagenda Waddengebied kennisvelden Ecologie en Morfologie update maart 2016. Rijkswaterstaat Noord-Nederland, Leeuwarden
- Kater BJ, Cleveringa J, Perk L, Poortinga M (2008) Haalbaarheidsstudie vaarweg Ameland. Fase 1: selectie van kansrijke alternatieven. Alkyon,
- Kraan K, Wevers C, Geuskens G, Sanders J (2011) Monitor Duurzame Inzetbaarheid – Resultaten 2010 en Methodologie. TNO, Hoofddorp

- Kragtwijk NG, Zitman TJ, Stive MJF, Wang ZB (2004) Morphological response of tidal basins to human interventions. *Coastal Engineering* 51 (3):207-221. doi:10.1016/j.coastaleng.2003.12.008
- Löffler MAM, De Leeuw CC, Ten Haaf ME, Verbeek SK, Oost AP, Grootjans AP, Lammerts EJ, Haring RMK (2008) Eilanden natuurlijk. Natuurlijke Dynamiek en veerkracht op de Waddeneilanden. Het Tij Geleerd, Groningen
- Louters T, Gerristen F (1994) Het mysterie van de wadden. Hoe een getijdesysteem inspeelt op de zeespiegelstijging Rijkswaterstaat RIKZ, Den Haag
- Marencic H, De Vlas J (eds) (2009) Quality Status Report 2009. Wadden Sea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany
- McLaren P, Steyaert F, Powys R (1998) Sediment transport studies in the Tidal Basins of the Dutch Wadden Sea. *Senckenbergiana maritima Frankfurt/Main* 29:53-61
- Ministerie van Economische Zaken Landbouw en Innovatie, Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012) Hoe werkt het wad? Boekje open over de veranderingen in het waddegebied en hun mogelijke effecten op de veiligheid van de eilanden en de noordelijke vastelandskust. Deltaprogramma Waddegebied,
- Oost AP, De Boer P (1994) Sedimentology and development of barrier islands, ebb-tidal deltas, inlets and backbarrier areas of the Dutch Wadden Sea. *Senckenbergiana maritima Frankfurt/Main* 24 (1):65–115
- Postma H (1961) Transport and accumulation of suspended matter in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 1 (1-2):148-180, IN141, 181-190
- Regiecollege Waddegebied, Beheerraad Waddegebied (2014) Plan van Aanpak Verbetering Beheer Waddezee " Samenwerkingsagenda Beheer Waddezee". Leeuwarden
- Renger E, Partensky HW, 1974 Stability criteria for tidal basins. In: 14th Coastal Engineering Conference, Copenhagen, Denmark, 1974. ASCE,
- Rijkswaterstaat (1998) Sedimentatlas Waddezee
- Stive MJF, Wang ZB (2003) Chapter 13 Morphodynamic modeling of tidal basins and coastal inlets. In: Lakhani VC (ed) Elsevier Oceanography Series, vol Volume 67. Elsevier, pp 367-392. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0422-9894\(03\)80130-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0422-9894(03)80130-7)
- Townend I, Wang ZB, Stive M, Zhou Z (2016a) Development and extension of an aggregated scale model: Part 1 – Background to ASMITA. *China Ocean Engineering* 30 (4):483-504. doi:10.1007/s13344-016-0030-x
- Townend I, Wang ZB, Stive M, Zhou Z (2016b) Development and extension of an aggregated scale model: Part 2 — Extensions to ASMITA. *China Ocean Engineering* 30 (5):651-670. doi:10.1007/s13344-016-0042-6
- Van Goor MA, Zitman TJ, Wang ZB, Stive MJF (2003) Impact of sea-level rise on the morphological equilibrium state of tidal inlets. *Marine Geology* 202:211-227
- van Maren DS, Oost AP, Wang ZB, Vos PC (2016) The effect of land reclamations and sediment extraction on the suspended sediment concentration in the Ems Estuary. *Marine Geology* 376:147-157. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2016.03.007>
- Van Straaten LMJU, Kuenen PH (1957) Accumulation of fine grained sediments in the Dutch Wadden Sea. *Geol Mijnb* 19 (329-354)
- Vroom J (2011) Tidal divide, A study on a simplified case and the Dutch Wadden Sea. Delft University of Technology, Delft, The Netherlands
- Wang ZB, De Vriend HJ, Stive MJF, Townend IH (2008) On the parameter setting of semi-empirical long-term morphological models for estuaries and tidal lagoons. In: Dohmen-Janssen CM, Hulscher SJMH (eds) *River, Coastal and Estuarine Morphodynamics*. Taylor & Francis, London, pp 103-111
- Wang ZB, Karssen B, Fokkink RJ, Langerak A (1998) A dynamic/empirical model for long-term morphological development of estuaries. In: Dronkers J, Scheffers MBAM (eds) *Physics of Estuaries and Coastal Seas*. Balkema, Rotterdam, pp 279–286
- Wang ZB, Van der Spek A Importance of mud for morphological response of tidal basins to sea-level rise. In: *oastal Sediments*, San Diego, 2015.

- Wang ZB, Vroom J, Van Prooijen BC, Labeur RJ, Stive MJF (2013) Movement of tidal watersheds in the Wadden Sea and its consequences on the morphological development. *International Journal of Sediment Research* 28 (2):162–171
- Zwarts L (2004) Bodemgesteldheid en mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat RIZA

A Kust2005-werkwijze

In de Kust2005-werkwijze (Figuur 6.1) worden vragen van de kustbeheerder beantwoord en tegelijkertijd generieke kennis wordt ontwikkeld (Cleveringa et al. 2005). De drie belangrijkste elementen hierin zijn: de koppeling tussen beheervraag en onderzoeksvraag, inclusief de analyse van de ruimte en tijdschalen; de analyse en onderbouwing; en de vertaling van kennis van de kust op verschillende tijd- en ruimteschalen tot uitvoerbare beheermaatregelen. Analyse van de tijd- en ruimteschalen van morfologische ontwikkelingen levert aanknopingspunten voor de daadwerkelijke studies. Daarbij is gebruikt gemaakt van metingen (historisch en recent), numerieke modellen en vergelijkingen met andere kustgebieden. Vanuit de opgedane kennis op de verschillende tijd- en ruimteschalen worden hypothesen geformuleerd over eventuele beheeringrepen en de wijze waarop deze aangrijpen op de ontwikkelingen van de kust. Hieruit volgen praktisch bruikbare adviezen voor het beheer.



Figuur 6.1 De Kust2005-werkwijze samengevat (Cleveringa et al. 2005)

Van Vraag van de beheerder tot de tijd- en ruimteschalen van kustontwikkelingen

De vragen van de kustbeheerder worden meestal direct gekoppeld aan bepaalde morfologische ontwikkelingen, vaak al door de beheerder zelf. Bij de analyse van de morfologische ontwikkelingen blijkt dat deze gezocht moeten worden in een combinatie van onderliggende oorzaken, elk met een eigen tijd- en ruimteschaal. Op deze manier kan een simpele vraag over het kustbeheer leiden tot verschillende onderzoeksvragen. De noodzaak van deze stap schuilt uiteindelijk in de te geven aanbevelingen voor het beheer, want wanneer de maatregel niet aansluit op de tijd- en ruimteschaal van het probleem werkt deze niet. De beoordeling van de tijd- en ruimteschalen is de crux van een gedegen advies !

De stap van behevraag tot verschillende onderzoeksvragen vereist vooral 'kijken': analyse van kaartbeelden, in beeld brengen van kustlijnontwikkelingen en ingrepen. Voor een goed begrip van het probleem is het belangrijk om verder te kijken dan de behevraag, in de regel is de ruimteschaal van de onderliggende kustontwikkelingen altijd groter dan de grootte van het beheerprobleem en dit geldt ook voor de tijdschaal.

Beschrijven, verklaren en onderbouwen van kustontwikkelingen

Deze stappen laten zich het best samenvatten met 'wat is er gebeurd', 'waarom is dat gebeurd' en 'welke aanwijzingen zijn daarvoor gevonden'. Studies om het 'waarom' en de 'aanwijzingen daarvoor' boven water te krijgen variëren van metingen tot gedetailleerde numerieke modelstudies. Beschrijven, verklaren en onderbouwen van de kustontwikkelingen beslaan een belangrijk deel van de tijd en de kosten, zeker wanneer verschillende tijd- en ruimteschalen naast elkaar moeten worden beschouwd. Voor een bruikbaar advies moet de uitkomst van deze stap nog wel vertaald worden naar het beheer van de kust en dat gebeurt in de volgende stap.

Optimaal ingrijpen op basis van hypothesen over beheer en kustontwikkeling

In de eerste fase zijn de veronderstelde mechanismen voor de morfologische ontwikkelingen op verschillende tijd- en ruimteschalen benoemd. Gedurende de studies naar het Zeegat van Ameland zijn de verklaringen voor de morfologische ontwikkelingen onderbouwd. Sommige verklaringen zijn verworpen, andere hebben stand gehouden en er zijn gaandeweg ook nieuwe verklaringen geformuleerd. De verklaringen voor de ontwikkelingen van de kust op verschillende tijd- en ruimteschalen zijn de basis voor hypothesen over kustontwikkeling en -beheer. Deze beheerhypothesen voor de kustontwikkeling zijn geen 'wetenschappelijke' hypothesen. Op basis van de praktische bruikbaarheid worden sommige beheerhypothesen gebruikt om beheermaatregelen te formuleren, terwijl andere direct worden verworpen.

'In hindcast life is easy'

Het rapport beschrijft met terugwerkende kracht hoe de kennisontwikkeling is verlopen en daarmee wordt de illusie gewekt van een soepel doelgericht proces. In werkelijkheid is de werkwijze geen chronologisch, maar een iteratief proces, waarbij de puzzelstukken pas achteraf op hun plek vallen. Veel stappen, bijvoorbeeld de schaalanalyse en de vertaling van kennis van de kust tot hypothesen voor het beheer, zijn intuïtief. Het blijft een uitdaging voor toekomstige kennisontwikkeling, om ook de intuïtieve stappen te benoemen en te doorlopen.

B Verslag workshop morfologie beheerders 24 maart 2016

Verslag workshop Morfologie Waddenzee, d.d. 24 maart 2016 (Samenwerkingsagenda Actie 4)

Inhoud

- 1. Inleiding (blz. 1)
- 2. Wereldcafé (blz. 5)
- 3. Afronding (blz. 7)
- Bijlage 1: Programma van de Workshop (blz. 8)
- Bijlage 2: Deelnemers aan de Workshop (genodigden) (blz. 9)
- Bijlage 3: Resultaten Wereldcafé (blz. 10)

Dit verslag is samengesteld door Rick Timmerman, Ernst Lofvers en Herman Mulder, 21 april 2016.

1. Inleiding

Op 24 maart 2016 heeft de workshop "Morfologie Waddenzee" plaatsgevonden, als een eerste gezamenlijk stap in de uitwerking van Samenwerkingsagenda Waddenzee, actie 4. Voor dit onderdeel is Rijkswaterstaat trekker. Rijkswaterstaat wil samen met andere beheerders en belanghebbenden een onderzoeksprogramma rond thema morfologie Waddenzee opstarten voor -in eerste instantie- de volgende onderdelen:

1. prognose baggerhoeveelheden Waddenzee,
2. overzicht van de belangrijkste beschikbare kennis en informatie (ook zicht op relevante onderzoeksprogramma's binnen en buiten Rijkswaterstaat),
3. de benodigde kennis voor het beantwoorden van beheervragen en
4. hoe bestaande kennis kan worden ontsloten en ontbrekende kennis kan worden ontwikkeld.

Rijkswaterstaat wil samen met de andere beheerders en belanghebbenden pogen om met de inzichten minder ad hoc te reageren op langskomende vraagstukken en komen tot een meer strategische aanpak op grond van morfologische kennis en betere informatievoorziening. Niet alleen de ontwikkeling van kennis maar ook de ontsluiting van bestaande kennis vormt een belangrijk aspect van dit onderdeel.

Het programma van de workshop is weergegeven in bijlage 1. Bijlage 2 bevat een lijst van de deelnemers.

Doel workshop

De morfologische dynamiek van de Waddenzee is leidend voor veel beheervraagstukken van de Waddenzee. Daarmee is de morfologie een basis voor beheer én voor samenwerking. Het doel van de workshop is het gezamenlijk met andere beheerders bepalen van de beheervragen voor de Waddenzee waarbij behoefte is aan *morfologische kennis*. Deze vragen bepalen wat we daar gezamenlijk voor moeten doen, bijvoorbeeld als het gaat om meten, monitoren, het opstellen van kennis- en onderzoeksprogramma's en zaken als het beschikbaar stellen en ontsluiten van informatie.

Tijdens een volgende werksessie (met experts) worden deze beheerdersvragen vertaald in onderzoeksvragen. In 2016 moet dit resulteren in een onderzoeksprogramma (KPP Wadden en liefst opgenomen in de Samenwerkingsagenda).

Na de opening van de workshop door Els van Grol (directeur Netwerkmanagement van Rijkswaterstaat Noord-Nederland) heeft dagvoorzitter Mariëlle Cats enkele deelnemers gevraagd wat zij vandaag komen halen en/of brengen. Elke deelnemer heeft dat bij binnenkomst op zogenaamde dominokaartjes geschreven.

Daarna zijn ter inleiding op de workshop enkele presentaties gehouden (de presentaties zijn in een apart pdf- bestand met het verslag meegestuurd). Hieronder worden zij samengevat.

Beleid en morfologische kennis (samenvatting presentatie Herman Mulder)

Het beleid voor de Waddenzee heeft primair een natuurdoelstelling. De overige doelen kunnen, gezien door de bril van RWS, worden ingedeeld in de thema's (water)veiligheid, bereikbaarheid en (overig) menselijk medegebruik. Morfologische kennis speelt bij alle thema's een belangrijke rol en is nodig om vragen over het natuurlijke gedrag en menselijke invloeden te kunnen beantwoorden. Deze kennis dient breed opgevat bevat kennis van hydrodynamica, sedimentdynamica, sedimentologie en geologie.

De morfologisch kennis is echter versnipperd over meerdere partijen, programma's en projecten en kent meerdere financiers. Ook wordt de kennis onvoldoende geborgd en gedeeld. Het gevolg is dat er onvoldoende zicht op is morfologische problemen en effecten van het beheer/ingrepen. Dit leidt ook tot veel discussies, tot op politiek niveau. RWS wil daarom naar een situatie toe met minder ad hoc reacties op vraagstukken, een meer strategische aanpak (pro-actief) en een betere informatievoorziening. Hiervoor is een goede kennisbasis nodig. Hieraan zal gewerkt worden in het kader van de Samenwerkingsagenda Waddenzee, het RWS-KPP-project Morfologie Waddenzee en het proces van Informatievoorziening binnen RWS. Daarbij wordt samenwerking gezocht met andere trajecten binnen en buiten RWS. Er is behoefte aan overzicht, samenhang en samenwerking in de kennisontwikkeling en er dient een kennisontwikkelingsprogramma/kennisagenda te komen voor de lange(re) termijn. Continuïteit is belangrijk en daarin past het regelmatig bijstellen van kennis aan de beleids- en beheervragen.

Naar aanleiding van de presentatie van Herman Mulder zijn de volgende vragen/opmerkingen geplaatst:

- Besteed ook aandacht aan tussentijdse bevindingen/onderzoekresultaten die belangrijk kunnen zijn voor een andere aanpak van of nieuwe licht op onderzoek of beheer of beleid.
- Vorm coalities t.b.v. financiering
- Kijk ook wat Unesco kan betekenen m.b.t. doelen, kennisontwikkeling en financiering
- Leg een verbinding met de ecologie
- Wat is gedaan met "Clear as mud"? Wat is de operationele blokkade dat hier relatief weinig mee gedaan is (m.b.t. monitoring; in KRW-project is gebruikt) Gedeeltelijk zijn er wel dergelijk dingen opgepakt (ikv KRW-slib) echter niet alles.
- Signalering vanuit kennis richting beheerders en beleidsmakers is belangrijk. Dit moet een doorlopend proces zijn. Vanuit kennis moeten signalen en nieuwe inzichten worden

gecommuniceerd en vanuit beheer en beleid moet worden opengestaan voor deze signalen. Luisteren naar elkaar.

- Continuïteit is zeer belangrijk. Er zijn maar een paar mensen waar de kennis zit. Borg deze kennis door het delen en uitwisselen van informatie.

Morfologisch systeem Waddenzee (samenvatting presentatie Ernst Lofvers)

Er wordt een algemene toelichting gegeven over de werking van de morfologie van het Kust- en Waddensysteem, die samen een sedimentdelend systeem vormen. Benadrukt wordt het belang van kijken via verschillende tijd- en ruimteschalen naar ontwikkelingen in het Waddensysteem, dit helpt veranderingen te verklaren en beheer in perspectief te zetten.

De kennis bij RWS leunt momenteel sterk op kennisprogramma's voor de (Noordzee) kustzone, waarin continuïteit van kennis en informatie (bodempligging) goed geborgd is. Diverse resultaten uit dit kennisprogramma worden getoond. Op basis van de volumeveranderingen wordt geschat dat er sedimentaanvoer van de Noordzee (erosie) richting de Waddenzee (sedimentatie) is. De Waddenzee vraagt sediment (zand en slib) van de kustzone. Op grond van het kustbeleid compenseert Kustlijnzorg de kusterosie (mede veroorzaakt door de zandvraag van de Waddenzee) met kustsuppleties. Zonder ingrijpen verplaatsen de Waddeneilanden zich landwaarts.

In tegenstelling tot sedimentafname aan de Noordzezijde (= suppletieopgave) is er een sedimenttoename in de Waddenzee. Dit kan op termijn leiden tot een steeds groter baggerbezwaar om de vaargeulen op orde te houden. Er wordt ingegaan op de ontwikkeling van bagger volumes van de vaargeulen, RWS kampt met een flinke (toenemende) baggeropgave. De toename wordt vooral veroorzaakt door onderhoud aan de vaargeul Holwerd-Ameland (meer dan de helft van het baggerwerk). Deze forse toename in de vaargeul naar Ameland kost hoofdbreken en levert veel (politieke) vragen op, er is nader onderzoek gestart naar oplossingen. Zodra de Eemsgeul wordt verdiept wordt wederom een forse toename verwacht in de totale baggerinspanning door RWS. Er wordt ook kort stil gestaan bij de beoogde afbouw van de zandwinning in de Waddenzee.

I.t.t. kennisontwikkeling t.a.v. de kust ontbreekt een structureel kennisprogramma voor specifiek de morfologie van de Wadden. Inzichten in de grootschalige morfologische veranderingen zijn een belangrijke basis om de werking van het systeem, en ons handelingsperspectief daarbinnen, te kunnen begrijpen/uitleggen. Voor beantwoorden van regionale beheersvragen is uiteindelijk ook kennis op kleiner schaalniveau nodig. Veel onderzoek vindt projectmatig of ad hoc plaats, er ontbreekt structureel onderzoek. Beheervragen waar RWS-NN tegenaan loopt raken veelal de (structurele) sedimentatie en geulmigratie in de Waddenzee. Lopen geulen langzaam vol: tijdelijk of structureel? Waarom, en hoe anticiperen we daarop? Wat zijn consequenties voor baggerinspanning, de ligging en omvang van de geulen, gevolgen voor arealen, veiligheid, sedimentsamenstelling, natuur? Voor het beantwoorden van regionale beheervragen acht RWS-NN doorvertaling van kennis van grote naar kleine tijd-/ruimteschalen van belang.

Naar aanleiding van de presentatie van Ernst Lofvers zijn de volgende vragen/opmerkingen geplaatst:

- Het gaat in niet alleen om kennis verdiepen, maar ook om de kennis in samenhang te brengen met Beleid en Beheer (communiceren en valoriseren). De gegeven presentatie bleek daarbij een goed voorbeeld. De insteek zal vanuit de (lange termijn) morfologie (zand en slib!) van de

- Waddenzee zijn, met noodzakelijk kijken over de grenzen, van zowel de discipline (er is meer dan morfologie) als van het gebied.
- het Baggerbezwaar vanuit *de havens* in de Waddenzee wordt ook steeds groter, ook vanuit dit kader is behoefte aan morfologische kennis (en prognoses..).
 - Zorg voor continuïteit is belangrijk
 - Zijn er in het zeegat tussen Ameland en Schier vergelijkbare processen aan de hand? Erosie bij Schiermonnikoog is anders dan bij Ameland. Er is nu een overschot aan zand in de buitendelta. Dat voedt Schiermonnikoog (nu nog). In de toekomst mogelijk wel een inspanning. We hebben morfologische kennis nodig om tijdig keuzes te kunnen maken.
 - Wat is eigenlijk het nadeel van steen? Vanuit RWS wordt aangegeven dat oplossingen met steen ook onderhoud vraagt. Vaak is een zandige oplossing uiteindelijk efficiënter en dient ook doel van wegnemen sedimenttekorten. Afweging (hard of zacht) rond impact op ecologie meenemen.
 - Focus van deze workshop ligt bij Waddenzee, maar waak voor goede relatie met andere kennisprogramma's.
 - Zeegat van Ameland lijkt redelijk in evenwicht. Wat is de relatie met de afsluitingen? Dit is nog echt een kennisvraag.
 - Leer je van de prognoses: check prognoses uit verleden met nieuwe metingen, kloppen de trends/verwachtingen? Ook als actie voor Kennisprogramma Kust rond prognoses voor grootschalige morfologische ontwikkeling.
 - De bodemdaling in de Waddenzee heeft impact op de morfologie. Nu worden beide kennisvelden los van elkaar opgepakt en is er weinig samenhang. In hoeverre ga je compenseren? Er is meer dialoog nodig.
 - Maak onderscheidt tussen onttrekking zand en slib! Belangrijk om expliciet te maken!
 - Onderschrijf het statement dat Waddenzee, Eems-Dollard, de Waddeneilanden en de aangrenzende Noorzeekustzone als één geheel moeten worden bekeken, maar let op dat je niet op de stoel gaat zitten van andere programma's i.v.m. overlap en beperkt budget.

Kennisagenda Waddenzee, Beheercyclus (samenvatting presentatie Ernst Lofvers)

De "RWS-Kennisagenda Waddengebied" moet helderheid verschaffen in welke kennisbehoefte er (bij Rijkswaterstaat-NN) is ten aanzien van ecologie en morfologie, bij de uitvoering van haar taken rond veiligheid, bereikbaarheid en natuur.

Bij het formuleren van een Kennisagenda is de beheercyclus een belangrijk hulpmiddel, de samenwerkingsagenda gebruikt de beheercyclus als basis voor goed beheer. Goed beheer betekent een gesloten cyclus van beleidsvisies, concrete doelen, uitvoering van beheertaken, monitoring en evaluatie. Om de cyclus gesloten te houden is kennis nodig, dit is een continue proces. De beheercyclus zorgt voor structuur en verbanden in samenwerking.

Ook wordt de 'DPSIR-keten' toegelicht, een conceptueel model voor de beschrijving van de relaties tussen maatschappij (druk) en natuur. Beheer en beleid zijn nodig om menselijk handelen in het Waddensysteem te reguleren, o.a. door wegnemen van te grote drukfactoren (Pressures), door (te) negatieve effecten van menselijk medegebruik (Drivers). Goede kennis van het systeem (wat kan het systeem aan) is onontbeerlijk. Er is een neiging om steeds te willen ingrijpen/sturen in het gebied. De vraag is echter of deze initiatieven wel aansluiten wel bij de natuurlijke ontwikkeling van het systeem (voorbeeld zeegras: moeten we niet wachten tot het vanzelf terugkomt?).

2. Wereldcafé

En toen aan het werk! Na de inleidende presentaties is in een aantal rondes getracht een complete en scherpe set van beheervragen op te stellen, die een relatie hebben met de morfologie van de Waddenzee.

Dit is gebeurd aan de hand van de zogenaamde "Wereld café" methode. Er waren vier grote tafels, elk met een ander thema: Natuur, Bereikbaarheid, Veiligheid en Gebruiksfuncties. In 4 rondes van ongeveer 30-45 minuten werd gewerkt aan het aanvullen en scherper krijgen van de beheervragen. Elke groep kreeg de kans om in 4 rondes bijdragen te leveren aan alle 4 thema's .

De vragen per ronde waren:

1. Beheervragen compleet en goed geformuleerd? Mogelijke criteria:
 - beheervraag komt voort uit het doel
 - beheervraag komt voort uit hoe dat doel te bereiken
 - beheervraag wordt toegespitst op de morfologie (morfologische vraag)
 - morfologie dient ruim opgevat te worden: vragen omtrent hydrologie/hydrodynamica, sedimentologie en geologie horen erbij.
2. Welke kennis/producten heb je nodig voor de beantwoording?
3. Wat zijn relaties tussen de beheervraag met andere morfologische beheervragen/kennisprogramma's/thema's?
4. (open ronde) Wat kan je bijdragen aan de verschillende morfologische beheervragen?

Na de laatste ronde zijn de resultaten van de tafels door de tafelvoorzitters plenair terug gemeld. Hieronder een samenvatting daarvan. De resultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Tafel Natuur (tafelvoorzitter Wouter Iedema)

- Er is veel aandacht geweest voor het formuleren van vragen.
- Er kwam een spanning naar voren tussen wens voor natuurdoeltypen en de wens om minder aan het gebied te zitten. Hoe kun je daar op een natuurlijke manier aan meesturen?

Tafel Bereikbaarheid (tafelvoorzitter Herman Mulder)

- Er is veel gesproken over het beleid m.b.t. bereikbaarheid en het daar op ingrijpen.
- Veel vragen overstijgen de beheervragen. Wat leeft kwam op papier te staan.
- Meer kijken hoe baggerstrategieën ingericht kunnen worden zodat natuur kan profiteren.
- Veel informatie nodig over hoe het systeem zich morfologisch ontwikkelt en de bereikbaarheid beïnvloedt.
- Er is veel informatie maar dit wordt onvoldoende gedeeld. Er is behoefte aan informatie delen en elkaar te ontmoeten.
- 5 jaar geleden hebben we aan 'Clear as mud' gewerkt, waarom is hier relatief weinig mee gedaan. Waar zit de blokkade?
- De verschillende schaalniveaus van morfologische vraagstukken komt naar voren. Holwerd-Ameland probleem oplossen kan niet zonder het grote schaalniveau mee te nemen

Tafel Waterveiligheid (tafelvoorzitter Robert Zijlstra)

- De discussie ging niet alleen over morfologie, maar ook over samenwerken en afspraken maken. We hebben nu geen goede afspraken over hoe we omgaan met vaargeulbeheer en kwelders.
- Hoe waterveiligheid samen borgen (geen morfologische vragen).
- Niemand vindt dat we te weinig meten, dat is op orde. Tegelijkertijd bestaat de behoefte om te delen en gezamenlijk ontsluiten. Mooi idee: beheerbibliotheken per eilanden. Zou een beheerbibliotheek per kombergingsgebied niet een goed idee zijn.
- Lange termijn ontwikkeling systeem heel belangrijk. Wat betekent het voor de dijken, welke onzekerheden zijn er en hoe kun je dit meenemen in dijkontwerp. Kwelders: hoe kun je deze toetsten en hoe accepteer je meer onzekerheid.
- Monitoren en beschikbaar stellen van data kan wel degelijk beter. Er is een extra meetbehoefte. Als je het systeem goed wil kennen moet je goed meten, voor betere modellen is meer data nodig.

Tafel Gebruikersfuncties (tafelvoorzitter Rick Timmerman)

- Investeer in het verkrijgen van inzicht in lange termijn ontwikkeling, om vervolgens te bepalen wat dat betekent voor diverse gebruikersfuncties.
- M.b.t. vergunning verlening: zitten Rijkswaterstaat op de goede momenten in het proces aan tafel en met de goede rol? Hier lijkt winst te halen.
- Er is een behoefte de lange termijn visie mee te nemen in vergunningverlening.
- Veel wordt project gerelateerd uitgezocht (per vergunningsaanvraag), er is geen structurele regie op kennisontwikkeling.
- Het bij elkaar zitten was heel waardevol. De informatiebehoefte is heel verschillend.

Na de terugmelding van de verschillende tafels werd de workshop plenair afgerond. Dagvoorzitter Mariëlle Cats nodigde Marcel Taal van Deltares (projectleider van het KPP-project Morfologie Waddenzee) uit om zijn bevindingen van de dag te delen:

- Er waren veel mensen bij elkaar. Er is een behoefte, energie en er is veel opgeschreven, er is een snaar geraakt. Dat betekent wat. Belangrijk is de informatie goed uit te werken.
- Er is vanuit aanwezigen vaak een 'vraag naar meer overzicht' (kan iemand het hele verhaal nog eens voor me samenvatten). Tegen die mensen zegt hij dat het overzicht in de zaal aanwezig was, via het netwerk. In het netwerk en het delen van kennis moeten we dus ook blijven investeren. Dit is echter geen opgave die je moet neerleggen bij het op te starten programma voor strategische morfologische onderzoek (maar het samenvatten van de resultaten van dat onderzoek naar beleid en beheer hoort er natuurlijk wel in thuis).
- Vragen beantwoorden en ook kennisbasis opbouwen. Als we maar een verhaal kunnen delen over hoe het werkt. De presentatie van Ernst voorziet daarbij in een behoefte voor een 'denkmodel'.
- Hoe verder? Aan het eind van het jaar ligt er een onderzoeksprogramma. We moeten niet alleen een onderzoeksprogramma schrijven. In deze workshop is een gedeelte al gedaan. We moeten uiteindelijk ook delen. Er moet ook in het eerste jaar al een kennisproduct zijn. Daarbij denkt Marcel aan een systeembeschrijving, die zowel een belangrijke bouwsteen is om tot de juiste onderzoeksvragen en -programma te komen, maar ook een

communicatiemiddel is om kennis over lange termijn morfologisch functioneren 'over te brengen'.

Na de bevindingen van Marcel hebben anderen nog opgemerkt:

- Gepleit is voor het starten van een Kenniscommunity morfologie waddengebied. Leg dit neer bij WVL en maak zoiets formeel. Benoem namen met rol en verantwoordelijkheid, werk met een kerngroep en grotere schil. In reactie daarop werd ook verwezen naar de rol die de Waddenacademie heeft. De Waddenacademie zal zeker aan moeten sluiten. Morfologie klinkt krap. Je moet goed nadenken wat je met een Kenniscommunity wil bereiken. Morfologie is overzichtelijk, maar er is meer. Door met de kern te beginnen is veel te winnen.
- De presentatie van Ernst wordt begrepen. De suggestie is gedaan om zo'n verhaal in de vorm van Ted Talk op Waddenzee.nl te krijgen.
- Er zijn veel mensen al bezig, het aandeel van RWS als cofinanciering moeten zien en in samenwerking met andere partijen. Leg het niet bij onderzoekers neer, maar pak het ook van de organisatorische kant op.
- Het doel van vandaag was breder delen van kennis en niet alleen vanuit RWS, maar vanuit meerdere groepen.
- Zoek een breed draagvlak en financiering bij bijvoorbeeld het Kennisnetwerk OBN, de Havens en de Waddenacademie.

3. Afronding

In de afronding is gekeken in hoeverre de dag heeft voldaan aan de verwachtingen die er vooraf waren en op de dominostenen zijn vastgelegd. Gemaakte opmerkingen zijn:

- Vanuit inhoud waren er hogere verwachtingen, maar daar kwam niet heel veel nieuws. Het collectief is de grootste winst. Spannend dat er naar RWS wordt gekeken. RWS moet intem ook haar rol zoeken, evenals dat andere partijen een rol moeten zoeken. Er ligt nu een programma om dit vorm te geven.
- Indruk aan het begin van de dag dat het misschien niet zo'n historische sessie zou zijn. Veel dingen herhalen zich in de tijd. Belangrijk om zaken geborgd te zien. Denk bijvoorbeeld aan een product met status van deze dag. Daarmee kun je dingen echt vastleggen.
- Het is belangrijk dat er een samenwerkingsagenda ligt. Overtuigender als je het samen doet.
- Gemeenten en aantal waterschappen waren (Wetterskip, HHNK, en Hunze en Aa's) niet aanwezig. Dit zijn cruciale partijen. Geef de terugkoppeling aan alle waterschappen en gemeenten, breder in het management bij die partijen.
- Werk aan een basis document gekoppeld aan beheervragen.
- Het proces staat niet stil. Iedereen die hier vandaag was en niet was heeft altijd gelegenheid om zaken toe te voegen.
- Moeten we een dag als deze nog een keer te doen? Werk aan een Kenniscommunity met een programma. Kom dan jaarlijks bij elkaar d.m.v. symposium o.i.d., dat is nog breder dan de Kenniscommunity.
- Reactie Emst Lofvers: als we verder zijn met het onderzoeksprogramma komen we weer bij elkaar. Eerst gaan we het wetenschappelijke deel op papier zetten en dat dan uitdragen.

Bijlage 1 Programma van de Workshop

Programma workshop Morfologie 24 maart 2016

De Fabriek, Leeuwarden

09.30 uur	<i>Ontvangst in de Grutte Pier zaal</i>
10.00 uur	Opening, door Els van Grol (directeur netwerkmanagement van Rijkswaterstaat)
10.10 uur	Toelichting programma, door dagvoorzitter Mariëlle Cats
10.20 uur	Beleidskaders Waddenzee, door Herman Mulder
10.30 uur	Morfologisch systeem Waddenzee, door Ernst Lofvers
10.45 uur	Beheercyclus, door Ernst Lofvers
11.15 uur	<i>Pauze</i>
11.30 uur	Wereldcafé, toelichting door Mariëlle Cats
11.45 uur	Wereld café: Ronde 1
12.30 uur	<i>Lunch</i>
13.15 uur	Wereldcafé: Ronde 2
13.45 uur	Wereldcafé: Ronde 3
14.30 uur	Wereldcafé: Ronde 4 <i>Inclusief korte pauze</i>
15.15 uur	Plenaire terugkoppeling
15.45 uur	Vooruitblik: vervolg van deze dag.
16.00 uur	<i>Borrel</i>

Bijlage 2 Deelnemers aan de Workshop (genodigden)

Marielle Cats	RoyalHaskoningDHV
Ernst Lofvers	RWS NN
Rick Timmerman	RWS NN
Lisa Gordeau	RWS NN
Lieuwe Klabbers	RWS NN
Jan Visser	RWS NN
Bianca Boomsma	RWS NN
Jan Groen	RWS NN
Rick Hoeksema	RWS NN
Robert Zijlstra	RWS NN
Dick As	RWS NN
Steven van der Velde	RWS NN
Wouter Iedema	RWS NN
Guus de Puijsselaar	RWS NN
Almer de Swaaf	RWS WV
Herman Mulder	RWS WV
Albert Mulder	RWS WV
Charlotte Schmidt	RWS WV
Rena Hoogland	RWS WV
Gerrit Burgers	RWS WV
Alfred de Jong	CIV
Giljaam van der Meulen	CIV
Rolf Boerema	CIV
Kees van Berkel	EZ
Marcel Taal	Deltares
Stephanie Janssen	Deltares
Thijs van Kessel	Deltares
Martin Baptist	Waddenacademie / Walter
Michiel Fiet	PRW/SBB
Evert Jan Lammerts	SBB
Esther Kuppen	Waddenvereniging
Arjen Bosch	Havens
Nynke van der Ploeg	Natuurmonumenten
Chris Bakker	Fryske Gea
Jelmer Cleveringa	Arcadis
Jeroen Jansen	NAM - Shell
Sytske Hoekstra	Fryslân
Jan Meijer	Fryslân
Kees de Jong	Noorderzijvest
Jonna van Ulzen	Vogelbescherming
Johan krol	Natuurcentrum Waddeneilanden

Bijlage 3 Resultaten Wereldcafé

Groepen bezoeken beurtelings een tafel met een bepaald thema. Er zijn 4 thema's:

1. Natuur
2. Waterveiligheid
3. Bereikbaarheid
4. Gebruiksfuncties

Per thema zijn er 4 vragen:

- A. Beheervragen compleet en goed geformuleerd?
- B. Welke kennis/informatie/producten heb je nodig voor de beantwoording?
- C. Wat zijn relaties met andere thema's/programma's?
- D. Wie kan wat bijdragen?

Hier worden de resultaten per thema zijn vermeld, overgenomen van de grote vellen van de verschillende tafels. Een aantal beheervragen was vooraf geformuleerd. Daarop zijn aanvullingen en opmerkingen gemaakt. Dit onderscheid wordt zichtbaar gemaakt. Er zijn echter ook opmerkingen gemaakt die algemener of breder zijn dan een thema. Deze zullen eerst genoemd worden.

Algemene opmerkingen:

1. Deel de informatie van de workshop met de bewoners en de gebruikers van het Waddengebied.
2. Deel de ook morfologische gegevens, de historische ontwikkelingen en de denkmodellen.
3. Hoe kunnen we kennis leveren aan besluiten (liefst "no regret") die 'nu' worden genomen? Niet aarzelen om dat via "expert judgement" te doen, terwijl de kennisagenda nog in opbouw is. In hoeverre liggen daarbij huidige kaders vast (en verhinderen bepaalde maatregelen/besluiten)?
4. Alle uitkomsten van deze dag zijn goede basis input voor netwerkmonitoring hoofdwatersysteem Waddengebied.
5. Verzamel informatie over ontwikkelingen in de omgeving, van andere beheerders (bijvoorbeeld havenautoriteiten).
6. Er is een overzicht nodig van bestaande kennis om inzicht te krijgen in de kennisbehoefte.
7. Maak gebruik van de resultaten van het Waddenhuisberaad
8. Maak een theoretisch model van de hydromorfologische werking van de Waddenzee (met onderscheidt in zand en slib), waarin je de (gekwantificeerd) impact van de diverse gebruiksfuncties meeneemt. Dit voedt de kennis- en monitoringsagenda. Voor ecologie wordt dit al gedaan.
9. Van gedragen integrale behoefte tot gezamenlijk plannen en programmeren
10. Ga nu van start met en kennis community Morfologie Waddengebied
11. Waarom is windenergie geen onderwerp/gebruiksfunctie?
12. De beheervragen leiden ook tot vragen over rolinvulling (dus niet alleen inhoud)
13. SBB (en ook andere terreinbeheerders) willen meehelpen met communicatie naar lokale overheid/bewoners/gebruikers vorm te geven
14. OBN-deskundigenteams (onderzoek beheer) kan bij dit vraagstuk helpen
15. CWN kan meehelpen out-of-the-box oprekken

THEMA 1. NATUUR

1.A. Beheervragen - Natuur

1. Hoe kunnen eilandstaarten meegroeien met de zeespiegelstijging, i.r.t. washovers en andere sedimenttransportmechanismen rond/op eilanden? Helpt het ons aan kennis rondom meegroeïend vermogen onder natuurlijke condities?
2. Hoe ecologie afwegen bij morfologische ontwikkelingen/ingrepen?
3. Hoe habitatontwikkeling (N2000) beschouwen i.r.t. natuurlijke morfodynamiek
4. Hoe kunnen we optimaal leren van/meewerken met de natuurlijke processen (cq kunnen we ook 'optimaal beïnvloeden')
5. Hoe te anticiperen op ecologische veranderingen als gevolg van zeespiegelstijging?
6. Hoe is de relatie tussen hydromorfologische dynamiek en het voedselweb?
7. Hoe kunnen ingrepen in morfologie zo min mogelijke ecologische effecten tot gevolg hebben? (hoe optimaal aansluiten bij natuurlijke ontwikkeling)
8. Hoe/Welke interactie vindt er plaats tussen morfologische ontwikkeling en Zeegrasvelden en Mosselbanken? (biobouwers, hoe optimaliseren, begrijpen). Is doel van 10.000 ha zeegras in huidige morfologische configuratie van Waddenzee wel haalbaar?
9. Wat is de natuurlijke verdeling van sedimenttextuur en wat betekent dit voor biobouwers/voedselweb?
10. Hoe rekening houden met ecologische effecten kustsuppleties (i.r.t. morfologische effecten, ook strand en duin)
11. Effecten visserij op i.r.t. morfologie
12. Wat is de invloed van suppleties op verschillende komgebieden? Meer grof sediment?
13. Begrip van verhouding tussen menselijk handelen en systeemdynamiek / autonome natuurlijke ontwikkeling
14. Herleiden van natuurlijke morfologische mechanismen uit ongestoorde delen van de Waddenzee: wat is natuurlijk systeemgedrag? Autonome- ontwikkeling?
15. Veranderingen in bodemgesteldheid (grover zand/ of juist slibrijker)? Hoe werkt dit door in ecosysteem? Ook inzicht in rol van microstructuren als stroomribbels, veenresten, klei/schelpenbanken op ecologische diversiteit. Bijvoorbeeld voor vissen.
16. Ontwikkeling van ongestoorde referentiegebieden volgen om volledig natuurlijke morfologische ontwikkeling te begrijpen, idem komgebied, zo ook effecten op Rottum
17. Effecten geulontwikkeling Waddenzee op kustontwikkeling / eilandkusten: wat stuurt wat aan? Wat zijn de grote natuurlijke drijvende krachten achter vorming van gehele Waddengebied. Hoe houden we die zo ongestoord mogelijk, wat is de impact van menselijk handelen hier op.
18. Hoe 1% ecologisch areaal te interpreteren i.r.t. natuurlijkheid/significantie effecten?

De volgende vragen zijn uit de Top 6 ecologische vraagstukken Kennisagenda Waddenzee (RWS, Janssen/Lofvers).

19. Wat is de ontwikkeling in de kwaliteit én de omvang van beschermde habitattypen en leefgebieden van beschermde soorten in het Waddengebied?
20. Wat zijn de gevolgen van veranderde sedimenthuishouding op voedselweb Waddenzee en ED?
21. Wat zijn de ecologische effecten van suppleties (zowel regulier als mega-, en zowel op de eilanden als op een buitendelta) op ecosysteem Waddengebied?
22. Wat is de oorzaak van de achteruitgang van de biomassa aan vis en kinderkamerfunctie voor vis? (abiotische aspecten, menselijk handelen)
23. Wat verklaart de afname (2003-2014) van vogels (vooral benthos-eters) die sterk afhankelijk zijn van de Waddenzee als onderdeel van de East-Atlantic Flyway.
24. Wat is de oorzaak verdwijnen van de litorale mosselbanken en zeegras op de Hond-Paap?

1.B. Benodigde kennis, informatie, producten - Natuur

1. (beheervraag 1) Referentie alleen in NL Wadden of ook Duits/Deense Wad (trilateraal onderzoek voor beter systeembegrip, gezien andere ontwikkeling eilanden door ander menselijk handelen per land)
2. (beheervraag 2) Welke (morfologische) parameters zijn nodig voor bepalen ecologische effecten?
3. (beheervraag 3) Is huidige lodingsfrequentie (1:6 jaar!) en meetmethode en dataverwerking voldoende nauwkeurig voor ecologie?
4. (beheervraag 8) Relatie met slib/sediment?
5. (beheervraag 19) Ten behoeve van de evaluatie van de Instandhoudingsdoelstellingen N2000-beheerplannen WZ (incl. ED) én NZKZ in 2022 is informatie over de habitats als geheel nodig (kwaliteitskaarten), maar tevens is tbv Vergunningverlening en lokale projecten gedetailleerdere informatie nodig (ecotopenkaarten).
6. (beheervraag 20) Bij de doorwerking van grootschalige morfologische en sedimentologische ontwikkelingen in het Waddengebied op de ecologie is het belangrijk de gevolgen te kennen op de voor het Waddengebied zo kenmerkende toppredatoren (vogels en vissen) via voedselrelaties.
7. (beheervraag 21) Voor de instandhouding van de Basiskustlijn en het Kustfundament worden zandsuppleties uitgevoerd. Zeespiegelstijging door klimaatverandering zal meer erosie en meer suppleties tot gevolg hebben. Kennis over de ecologische effecten van klein- en grootschalige suppleties zijn nodig om de effecten zo goed mogelijk te mitigeren.
8. (beheervraag 22) Welke oorzaken (klimaatverandering, visserij, zandsuppleties) liggen ten grondslag aan deze achteruitgang?
9. (beheervraag 24) mogelijke effecten bodemdaling / veranderde hydromorfologische omstandigheden

1.C. Relaties met andere vragen, thema's, programma's - Natuur

1. (beheervraag 1) Deltaprogramma
2. (beheervraag 8) KRW

1.D. Wie kan wat bijdragen aan beantwoording? - Natuur

1. (beheervraag 2) NAM (integratie gegevens), NIOZ
2. (beheervraag 3) OBN (kwelders, duinen,..), EcoShape (programma Waddenzee)
3. (beheervraag 4) Algemeen: 'zet iets op voor de lange termijn'
4. (beheervraag 5) Beheerders (+ bestuurlijke organen)
5. (beheervraag 6) Arjen Bosch (? Weet niet of zijn naam aan juiste item is gekoppeld..))
6. (beheervraag 7) SBB, CWN: spelregels, kaders

THEMA 2. WATERVEILIGHEID

2.A. Beheervragen - Waterveiligheid

1. Hoe ontwikkelt de Waddenzee zich op langere termijn en wat betekent dat voor de (belasting op) de waterkeringen rondom de Waddenzee?
2. Hoe kunnen we (meer) dynamiek in het gebied goed combineren met het borgen van veiligheid?
3. Kunnen, mogen en moeten we ingrepen doen in de morfologie van het Waddensysteem om de waterveiligheid te borgen? Wat zijn de ecologische effecten daarvan (o.a. van ingreep buitendelta)?
4. Hoe ontwikkelen geulen zich en waar en wanneer leidt dit tot een probleem met waterveiligheid?
5. Wat zijn effecten van zandsuppleties op de ecologie?
6. Welke veiligheidsconcepten voor dijken lenen zich voor adaptief beheer? Hoe kan je omgaan met onzekerheden? En hoe zijn ontwerpen te optimaliseren (levensduur)? Hoe omgaan met nieuwe concepten in de veiligheidstoetsing?
7. Wat is de invloed van Delfstofwinning op de ontwikkeling van het Waddensysteem?
8. Hoe goed omgaan met vergunningverlening in een dynamisch gebied?
9. Zijn areaalgegevens op orde? En hoe houd je dat zo? Hebben we inzage in gegevens van andere beheerders?

2.B. Benodigde kennis, informatie, producten – Waterveiligheid

1. (beheervraag 1) Zicht op lange termijn ontwikkelingen, goed (reken)model, inzicht in onzekerheden (kwalitatief en kwantitatief), conceptueel model
2. (beheervraag 2) Goede monitoring, beheersmaatregelen, openheid en communicatie, grip op onzekerheden
3. (beheervraag 3) Inzicht in ontwikkeling systeem (geulen, bodem, buitendelta's), vooraf verkenning mogelijk, juridische kaders, effectiviteit ingrepen.
4. (beheervraag 4) Overzicht geulen en verwachte ontwikkeling. Helder toetskader (BKL-achtig instrument), beheerafspraken, goede monitoring en informatie-uitwisseling tussen beheerders, structurele en geborgde samenwerking tussen RWS en waterschappen
5. (beheervraag 5) Goede monitoring, onderzoeksprogramma

6. (beheervraag 6) Lokale kennis v/d morfologie, systeemkennis, historische ontwikkelingen, stabiliteit kwelders onder extreme omstandigheden, huidige kennis (van beheerders) kwelders uitwisselen, afspraken tussen verschillende beheerders over risico's en kosten beheersmaatregelen
7. (beheervraag 7) Gezamenlijke kennisbasis, conceptueel model autonome ontwikkeling
8. (beheervraag 8) Cumulatieve effecten, heldere kaders,
9. (beheervraag 9) Overzicht wie doet wat, open systemen/data. Gezamenlijke dataportaal(?). Beheergegevens per kombergingsgebied (beheerbibliotheken?)

2.C. Relaties met andere vragen, thema's, programma's - Waterveiligheid

1. (beheervraag 5) Relatie met onderwerp natuur
2. (beheervraag 6) POV Waddenzee, Be Safe, trilaterale samenwerking
3. (beheervraag 7) Lopende monitoring gaswinning

2.D. Wie kan wat bijdragen aan beantwoording? - Waterveiligheid

1. (beheervraag 3) Waterschap, RWS
2. (beheervraag 6) Waterschappen, HWBP, RWS
3. (beheervraag 7) NAM, RWS

THEMA 3. BEREIKBAARHEID

3.A. Beheervragen - Bereikbaarheid

1. Hoe blijven de vaargeulen tussen de (veer)havens, de Noordzee en de eilanden op diepte conform uitgangspunten Structuurvisie Waddenzee? Aanvullende vragen:
 - a. Hoe doe je dit voor de korte termijn en hoe voor de lange termijn?
 - b. Wat vraagt de autonome ontwikkeling van het waddengebied, met zeespiegelstijging en sedimentatie/verondieping op de lange termijn, aan beleid t.a.v. bereikbaarheid, zodat het past bij de natuur en bij minder kosten?
 - c. Is een toename van komberging mogelijk om de bereikbaarheid te verbeteren en minder te baggeren?
 - d. Mag je door baggeren de morfologie beïnvloeden i.p.v. de morfologie volgen?
 - e. Mag je door andere maatregelen de morfologie beïnvloeden ten gunste van de bereikbaarheid?
2. Hoe blijven de havens zelf langs de Waddenzee toegankelijk? Aanvulling:
 - a. Onderscheid maken tussen verschillende typen havens. Er spelen verschillende discussies (beleid; havenfunctie)
 - b. Onderscheid maken tussen RWS en niet-RWS havens.
 - c. Hoe blijven de havens toegankelijk vanuit morfologisch gezichtspunt?
 - d. En daarnaast de vraag af andere vervoerssystemen mogelijk zijn (type schepen, type aandrijving van schepen, verschillende vervoersmodaliteiten)?
3. Hoe wordt het baggerbezwaar zoveel mogelijk beperkt? Aanvulling:
 - a. Wat zijn de beste begin- en eindpunten voor de verbindingen?

- b. Zijn er alternatieve routes?
- c. Is verlenging van een pier een oplossing?
- 4. Hoe wordt de invloed van vaargeulonderhoud in combinatie met zandwinning op het kustfundament zoveel mogelijk beperkt? Aanvulling:
 - a. Kunnen we ook slib onttrekken?
 - b. Kunnen we slib benutten voor ecologische doeleinden?
- 5. Hoe worden de geulen van de hoofdvaarwegen gemarkeerd? (Opmerking: Wordt gezien als een informatievraag) Aanvulling:
 - a. Hoe kan verkeersmanagement helpen om zo min mogelijk in te grijpen in de morfologie en ecologie?
 - b. Kun je getijafhankelijk varen: "niet op tijd, maar op tij"?
- 6. Hoe worden de overige vaargeulen die afhankelijk zijn van natuurlijke ontwikkeling gemarkeerd? (Opmerking: Wordt gezien als een informatievraag). Aanvulling:
 - a. Welke van de overige geulen markeer je wel en welke niet, rekening houdend met veiligheid van mensen en de natuurlijkheid?
- 7. Hoe wordt de verkeersbegeleiding (samen met Duitsland) voor grote schepen naar de havens in de Eems en Dollard verzorgt? (Opmerking: Wordt gezien als een informatievraag. Er zijn afspraken gemaakt tussen NL en D).
- 8. (toegevoegd) Hoe waarborg je de veiligheid? Aanvulling:
 - a. Hoe morfologische effecten op de veiligheid in de wet- en regelgeving meegenomen?
- 9. (toegevoegd) Wat is de natuurwinst als je de vaargeulen minder diep zou maken?
- 10. (toegevoegd) Kun je het baggerbeheer zo maken dat het bijdraagt aan de natuurwinst? Aanvulling:
 - a. Hoe kun je de effecten van het storten/verspreiden op de natuur reduceren?
 - b. Waar kun je het beste storten/verspreiden?
 - c. Kun je vorm van de havens verbeteren?
 - d. Werken "slibmotors" (project Koehol)?

3.B. Benodigde kennis, informatie, producten - Bereikbaarheid

N.B. niet gespecificeerd naar beheervraag

1. Autonome morfologische ontwikkeling en de relatie met ingrepen (definieer autonome ontwikkeling).
2. Voorspeling van het gedrag van geulen.
3. Kennis van de morfologie in relatie tot constructies en kennis van de constructies.
4. Effecten op troebelheid, op platen etc.
5. Effecten op de natuurdoelstellingen.
6. Hoe kun je ingrijpen zodat de natuurdoelstellingen bereikt worden?
7. Hoe grijpt de morfologie in op de bereikbaarheid en hoe is de historie van de morfologische ontwikkelingen?
8. Wat is de invloed van de zoetwaterafvoer op de aanslibbing van de havens?
9. Kun je de na-ijleffecten van de Afsluitdijk versneld afbouwen?
10. Welke indicatoren heb je nodig?
11. Is de Waddenzee aanbod- of vraaggestuurd qua sediment? En wat betekent dit voor het kombergingsvolume en vervolgens het geulvolume?

12. Wat is de retourstroom van het gebaggerd sediment?
13. Er wordt te weinig gemeten (witte vlekken op kaart). Meten kan ook efficiënter (combineren van verschillende informatievragen).
14. Voldoende gegevens; meer 'data mining' doen

3.C. Relaties met andere vragen, thema's, programma's - Bereikbaarheid

N.B. niet gespecificeerd naar beheervraag

1. Interactie met waterveiligheid (geulen).
2. KRW (slibhuishouding).
3. Natura 2000
4. SIBES (benthos, korrelgrootte, platen)
5. MWTL (raaien bodembemonstering).
6. Ecotopenkaart Eems-Dollard door Imares (in opdracht van EZ; ter plekke verstrekt). Was niet bekend bij RWS-ers. Er is meer kennisdeling nodig.
7. Kustonderzoeksprogramma (aanbod/vraag sediment)

3.D. Wie kan wat bijdragen aan beantwoording? - Bereikbaarheid

1. Algemeen: Arjen Bosch: bij elkaar brengen financieringsstromen o.a. via Building with Nature en KRW.
2. Beheervraag 10: Jelmer Cleveringa: Ecoshape Koehol en Maraconi

THEMA 4. GEBRUIKSFUNCTIES

Opmerkingen aangaande de volgende vragen:

- 4.B. Benodigde kennis, informatie, producten
- 4.C. Relaties met andere vragen, thema's, programma's
- 4.D. Wie kan wat bijdragen aan beantwoording?

zijn niet apart opgeschreven, maar komen per beheervraag aan bod

4.A. Beheervragen - Gebruiksfuncties

1. Wat moet er gedaan worden voor recreatie op het Wad o.a. Wadlopers, Wadvaarders (doelgroepen): toegankelijkheid en mogelijkheden? *Aanvulling/opmerking:*
 - a. Wat is de stand van zaken nu m.b.t. het informeren van de verschillende groepen over morfologische situatie?
 - b. Hoe wordt relevante informatie voor de betreffende doelgroepen nu ontsloten?
 - c. Wat is een slimme zonering vanuit morfologie?
 - d. Hebben we hiervoor voldoende kennis?
 - e. Wat doet dat voor de zonering voor de diverse doelgroepen?
 - f. *Zorg niet alleen voor informatievoorziening richting doelgroepen, maar haal ook actuele/lokale morfologische kennis bij hen op!*
2. T.a.v. Visserij: garnalen-, kokkel- en mosselzadvisserij? *Aanvulling/opmerking:*
 - a. Hebben mosselinvanggebieden invloed op slib (wat is de dynamiek van de MZI)?

- b. Waar wordt hoeveel gevangen en met welke intensiteit?
 - c. Wat zijn de (morfologische) effecten van bijv. Garnalenvisserij (deze is moeilijk te bepalen)? En zijn deze effecten te vergelijken met andere gebieden?
 - d. Hoe kun je negatieve effecten minimaliseren?
 - e. *Er is sprake van transitie in de visserij: Programma Rijke Waddenzee (PRW) zit hier midden in: tap vooral stand van zaken etc. af bij PRW! Ook voor wat betreft morfologische effecten!*
 - f. *Neem ook de groei/voortgang mee (maak momentopnamen)*
 - g. *Garnalenvissers willen graag als beheerder gezien worden.*
3. T.a.v. Kabels en leidingen: minimale dekking op de kabels en leidingen?
Aanvulling/opmerking:
- a. Of en welke morfologische processen helpen bij een efficiënte aanleg van kabels en leidingen?
 - b. Welke visie is er m.b.t. waar je kabels en leidingen wilt hebben in het Waddengebied? (bijv. wel/niet in dynamische of niet-dynamische gebieden? Hoe reguleren we dat?)
 - c. Is de vitale infrastructuur goed beschermd?
 - d. Waarom monitort RWS de kabelstraten i.p.v. de eigenaar?
 - e. Is het proces van vergunningverlening voor alle betrokkenen helder?
 - f. *RWS heeft 2 rollen in het proces van vergunningverlening voor aanleg kabels en leidingen (namelijk als vergunningverlener c.q. toetsers van vergunningen en die van beheerder). De beheerdersrol komt pas later in het proces. Zorg dat je vanuit je morfologische beheerdersrol eerder in het proces komt c.q. betere afstemming vergunningverleners met morfologische adviseurs!*
 - g. *Er is voor oostelijk Waddengebied een afwegingskader gemaakt, voor het westelijk waddengebied nog niet.*
 - h. *Tennet onderzoekt momenteel waar zij langs de kust de zgn. Stopcontacten willen hebben.*
4. T.a.v. Delfstoffenwinning (gas, zout, schelpen en zand). Bij deze gebruiksfunctie kwamen issues aan de orde die min/meer gelijk zijn aan die bij gebruiksfunctie Kabels en leidingen.
Aanvulling/opmerking:
- a. Wat is een efficiënte manier om basismonitoring aan te sluiten op vergunning-verplichte monitoring
 - b. Valt de winning van de hoeveelheid zand of zout binnen marges?
 - c. Is er sprake van een goede boekhouding van de winning?
 - d. Bij wie binnen RWS moet je voor dit soort zaken zijn? Wie doet de analyses en waar ligt de kennis?
 - e. Wat gebeurt er met de sedimenthuishouding in de Waddenzee a.g.v. de delfstoffenwinning en wat zijn de consequenties m.b.t. de uitwisseling met de Kust? En wat moeten we daar dan mee?
 - f. Wat kunnen we leren van de NAM-metingen?
 - g. *In proces vergunningverlening i.k.v. NB-wet/Mijnbouwwet heeft RWS geen rol; RWS wel een rol bij afsluiten van contracten (...);*
 - h. *Raar dat RWS daar geen rol in heeft, terwijl de impact op het gebied/morfologie fors is.*

- i. Gebruik bij gebruiksfuncties, net als bij delfstoffen, het hand aan de kraanprincipe. Jaarlijks meten, aanpassen en verantwoorden richting TK*
- j. Gas heeft een geleidelijke bodemdaling tot gevolg, zout daarentegen niet. Een zoutkoepel kan in 1x in elkaar klappen. Beide hebben wel eenzelfde compensatie, nl. suppleren. Kan bijv. het inklappen van een zoutkoepel de morfologische toestand kantelen en klopt de mitigatievorm daar voor?*
- 5. T.a.v. Militaire activiteiten? Aanvulling/opmerking:
 - a. Wie baggert de geul naar MOK-baai en hoeveel wordt daar gebaggerd?
 - b. Wordt sedimenttransport naar achterliggende kwelder geblokkeerd door bagger (in de kwelder zou sedimentatie moeten plaats vinden, dat gebeurt momenteel niet)?
 - c. *De ontwikkeling van de morfologie (verandering van vaargeul die door recreanten wordt gebruikt) heeft m.b.t. militair oefenterrein Marne wel geleid tot aanpassing van het gebruik van het terrein.*
- 6. T.a.v. de zoetwaterafvoer? Aanvulling/opmerking:
 - a. Wordt de zoetwaterafvoer gehinderd door sedimentatie?
 - b. Worden vispassages niet benut vanwege sedimentatie?
 - c. *KRW heeft bij RWS beperkte aandacht en is wellicht weinig 'sexy'... maar het moet wel!*

C Verslag interne bijeenkomst Deltares 26 mei 2016

Aantekeningen intern overleg KPP Wadden

26 mei 2016

Aanwezig: Jelmer, Wang, Thijs, Marcel, Stephanie

Onderwerpen

- Conceptueel model morfologie wadden
- Onderwerpen voor onderzoeksprogramma morfologie wadden
- Lopend/afgerond onderzoek gerelateerd aan morfologie wadden

Onderwerpen onderzoeksprogramma morfologie wadden

Onderwerpen onderzoeksprogramma:

1. Systeembeschrijving / conceptueel model als drager voor communicatie, samenhang in onderzoek en de vertaling naar beheervragen: generiek en specifiek voor verschillende kombergingsgebieden. Meenemen van verschillende ruimteschalen: meso, macro, mega.
2. Overzicht van lopend en afgerond onderzoek
3. Beheervragen. Neem de verschillende gebruikersfuncties mee: natuur, bereikbaarheid en veiligheid, maar ook uitwateringsstromen en zoet-zout overgangen.
4. Onderzoeksvragen (-opgaven), aanpak en producten, waarbij onderscheid wordt gemaakt voor verschillende schaalniveaus: meso-, macro- en megaschaal. Deze koppelen aan (formuleren als) antwoorden op de beheervragen
5. Borging van het onderzoek. Wie zijn de belangrijke partijen en moeten worden betrokken bij verdere uitvoering. Welke rol (uitvoerder of review)

Onderzoeksvragen, aanpak en producten

Onderzoeksonderwerpen genoemd tijdens sessie 26 mei, onderverdeeld naar schaalniveaus meso, macro en mega. De kennis en ontwikkelingen op de verschillende schaalniveaus moeten we netjes naast elkaar gaan leggen en samenhang trachten te beschrijven.

Steeds zien we integratie van drie onderzoeksmethoden (-instrumenten): dataverwerking en -analyse, modelonderzoek en opstellen systeembeschrijvingen (conceptuele modellen) om de gebiedskennis te verbeteren. Daarnaast constateren we dat we de beheervragen niet afdoende kunnen beantwoorden als specifieke leemten in proceskennis niet worden aangepakt.

Mesoschaal: lokale ontwikkelingen op de korte termijn (0-10 jaar)

- Op kleinere schaal geulpatronen en geul-plaatinteracties. Op grotere schaal kunnen we redelijke morfologische voorspellingen doen. Op kleinere tijd- en ruimteschaal lukt dit niet, door complexe morfologie en noodzaak meenemen slibhuishouding. Dit is wel belangrijk voor vragen m.b.t. vaargeulbeheer bijvoorbeeld. De meeste menselijke ingrepen liggen op de kleinere schaal.
- Onderscheid maken tussen 'wadplaten' (met een hoogte tussen laag- en hoogwater) en 'hoge wadplaten' (boven hoogwater).
- Vraagstukken over ontwikkelingen van 'vreemde hoge wadplaten' (Griend en Richel). Kunnen die in evenwicht blijven of zijn ze gedoemd te verdwijnen?

- Hoe reageren platen op stormen (bv verklaringen fluctuaties)
- Invloed van beschikbaarheid slib op de ontwikkeling (hoeveel slib is actief? Invloed baggeren en storten? Invloed kwelderwerken?)
- Verschuiving van wantij, transport van water en sediment over wantij tijdens stormen.
- Biogeomorfologie als onderwerp

Macroschaal: ontwikkelingen in kombergingsgebieden op de middellange termijn (5-25 jaar)

- (Trends in) areaal en volume van de habitattypen droogvallende platen, kwelders en geulen per kombergingsgebied en deelgebieden (langs vastelandskust, onder de eilanden,...). Indicatie van (on)zekerheden. Het werk van Rick Hoeksema uit 2005¹ moet geüpdatet worden.
- Hypsometrische curve per kombergingsgebied
 - Koppeling met waterstandsanalyse
 - Koppelen van hydrodynamiek aan morfologische ontwikkelingen. Dit is nodig voor het doen van voorspellende uitspraken over lange-termijn-ontwikkeling, zoals de vraag of het (deel)systeem in staat is de ZSS te volgen.
 - Er is in ieder geval een heel gevarieerd ruimtelijk beeld qua 'versteiling'

Megaschaal: ontwikkelingen op waddenzeeschaal op de lange termijn (20-100 jaar)

- Kijk verder dan sedimentvolumes. Dit is onder meer al gedaan door Edwin en anderen^{2 3}
- Inzicht in trends en ontwikkelingen met betrekking tot sedimentatie en erosie en daarmee gepaard gaande zekerheden en onzekerheden.
- Import-export: Hiernaar kijkt een aio van Wang: Marco Gatto 'Sediment transport processes in estuarine regions with focus on the Wadden Sea's morphodynamics'.
- Van mesoschaal naar grotere schaal. Door verschuiving van de wantijen verandert het functioneren van een zeegat

Data-analyse

- Bodems en sedimentvolumes, met meer focus op verdeling over geulen en platen (Jelmer). Op basis hiervan ontwikkelingen op mesoschaal schetsen en voorzien van analyse en (on)zekerheden over de trends. Dit is input voor denkmodellen mesoschaal. Ook proberen onderscheid tussen slib en zand te maken, dus streven naar aparte balansen voor slib en zand.
- Hypsometrie (zie hierboven)

¹ Hoeksema H.J., H.P.J. Mulder, M.C. Rommel, J.G. de Ronde, J. de Vlas, J.P.A. Roest, L. Van der Valk, W.D. Eysink, Z.B. Wang, H.J. de Vriend & K.S. Dijkema. (2004) Bodemdalingstudie Waddenzee 2004 : vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd Rapport Rijkswaterstaat RIKZ/2004.025.

² Elias, E.P.L., Van der Spek, A.J.F., Wang, Z.B., De Ronde, J.G., 2012. Morphodynamic development and sediment budget of the Dutch Wadden Sea over the last century, Netherlands Journal of Geosciences — Geologie en Mijnbouw 91–3, 293–310, 2012.

³ Vermaas, T & V. Marges. 2015 Detailanalyse volumeveranderingen rondom Ameland, Deltares, 2015 rapport 1220040-006.

- Gebruik de waarnemingen om goede vragen te stellen (zoals tijdens overleg in 'sheet 15': "waarom is links in de figuur meer lichtgroen".)
- Inventariseer welke analyses al zijn gedaan (werk Tommer is genoemd)

Modellen

- Verbeteren instrumentarium is onontkoombaar als je af wil van ad-hoc-karakter bij beantwoorden beheervragen (kijken naar vragen over 5 jaar)
- Verstandig zowel semi-empirische (ASMITA) en procesmodellen (D3D / DFM) naast elkaar te gebruiken. Semi-empirie is robuuster, maar kan niet zonder de procesmodellen om de waarnemingen te verklaren.
- Slib wordt nog niet goed integraal meegenomen in de morfologie. In kustgenese gebeurt dat niet (mede door focus op Noordzezijde). We willen de interactie tussen slib en morfologie juist wel gaan meenemen, zeker op de mesoschaal. Dit is essentieel gezien de koppeling met haven- en vaargeulonderhoud, invloed baggeren en storten, retourstroming, opslibbing platen en kwelders en habitatgeschiktheid.
- Met 'alleen zand' zijn wel redelijke resultaten te boeken op lange tijdschaal, op voorwaarde dat de 'zandinhoud' van een bekken bij aanvang redelijk klopt (anders te lang inspelen)
- PACE project NWO leverde goede hydrodynamica op schaal van de gehele Waddenzee; Hydrodynamiek lijkt i.h.a. redelijk op orde voor de Waddenzee⁴
- Mogelijkheden Flexible Mesh gaan gebruiken.
- Zie ook het overzicht in het DPW rapport (Oost et al 2014)

Literatuuronderzoek en opstellen conceptueel model

- Zie aparte sectie verderop

Leemten in proceskennis

- Invloed stormen op platen en transport over wantijen heen
- Zand-slib balans inclusief tijdschaal. Wat is de verblijftijd van het actieve slib, hoeveel slib is actief beschikbaar (afhankelijk van beschouwde tijdschaal). Verder bouwen op het promotieonderzoek van Mathijs van Ledden 'Sand-Mud segregation in estuaries and tidal basins' (2003). De invloed van baggeren en kwelderwerken op zand-slib balans. Menging, verblijftijden.
- Droogvallende platen zitten niet in modellen. Wat is de invloed hiervan en wat is de frequentie. De beschikbaarheid van slib is nu geen functie van de omstandigheden. Zit 't nu verstopt in de parameters?
- Interactie morfologie en ecologie. Dwarsverbanden met vragen in Markerwadden en kleirijperij (Thijs). Zijn er sleutelmomenten waardoor kwelders begroeid raken?

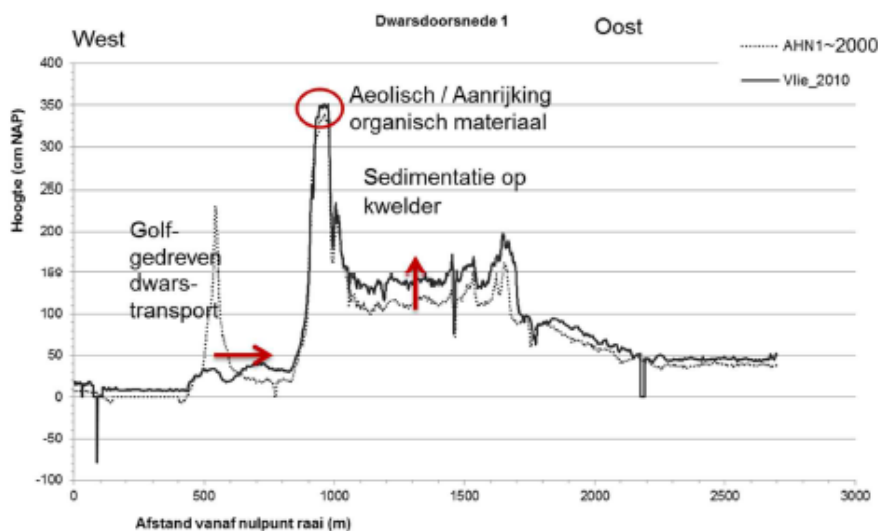
⁴ Met kanttekeningen m.b.t.:

(i) hydrodynamische randvoorwaarden die maar over een beperkte periode beschikbaar zijn,
(ii) beperkingen in GETM/GOTM; het rooster is uniform en de bodem gladder gemaakt,
(iii) golfmodellering beschikbaar voor ontwerpcondities (stormen) en veel minder voor typische condities en
(iv) droogvallen van platen gaat vaak te langzaam, dit kan worden verbeterd met de subgrid methode van Stelling en Volp

Conceptueel model morfologie wadden

Er zouden twee typen systeembeschrijvingen moeten komen: een generieke beschrijving en een specifiekere beschrijving per bekken, want die hebben niet allemaal zelfde aandrijvende krachten en dominante ontwikkelingen. Nu is er veel onderzoeks aandacht voor Amelandse Zeegat, maar trap niet in de valkuil door te denken dat dit de 'standaard' is voor de andere zeegaten. Zie bijvoorbeeld dat zeegaten van Marsdiep en Vlie samen in een denkmodel gepakt moeten worden. Die conceptuele modellen per zeegat zijn er op dit moment niet, al zijn er wel denkmodellen gepresenteerd voor een specifieke context /beheervraag (b.v. Frisiazout en Vliebekken). In veel onderzoeken wordt naar deelaspecten gekeken (bijvoorbeeld bodemdaling, Ameland, ...). Belangrijk om daarbij ook voorbeelden uit te werken en te laten zien dat de verschillende bekken anders werken (het zeegat van Ameland dient veelvuldig als voorbeeld).

Een aantal elementen mist in de huidige denkmodellen, zoals Griend (als voorbeeld van een hoge plaat, dat wil zeggen hoger dan GHWS) en wadplaten (met een niveau tussen laagwater en hoogwater in). De uitwisseling tussen sediment tussen de Waddenzee en de hoge platen werkt zichtbaar anders dan bij wadplaten. Figuur 1 toont drie verschillende processen die op Griend wel spelen, maar die geen rol spelen op 'normale' wadplaten.



Figuur 1 Dwarsdoorsnede van het vogeleiland Griend met verschillende processen die leiden tot morfologische veranderingen.

Er zijn op dit moment internationale uitwisselingen die tot verbeterd systeembegrip kunnen bijdragen. Zowel binnen het waddengebied als ook met vergelijkbare gebieden elders: de VS, Zuid-Korea, China. Meenemen in gedeelte literatuurstudie

Maak in de systeembeschrijvingen onderscheid in verschillende ruimteschalen: meso, macro, mega en geologische tijdschalen.

Lopend/afgerond onderzoek gerelateerd aan morfologie wadden

Betrekken bij (opstellen van) het onderzoeksprogramma:

- Waddenacademie
- PRW. Zij ambiëren een regierol en werken aan een kennisprogramma voor de Waddenzee.

Vorbereiding workshop 30 juni

Op verschillende schaalniveaus systeemwerking bespreken met experts. Aan de hand van plaatjes.

Bijlage: genoemde literatuur

- Kijk naar de 'binnenkant', de buitenkant komt aan de orden in B&O kust en in kustgenese.
- Beheerbibliotheken in B&O kust (voor alle zeegaten zijn deze er al)

D Verslag Expert Workshop Onderzoeksprogramma morfologie Waddenzee, 30 juni 2016 te Utrecht

Verslag Expert Workshop Onderzoeksprogramma morfologie Waddenzee, 30 juni 2016 te Utrecht

Conceptversie verslag 6 juli 2016 opgesteld door Stephanie Janssen en Marcel Taal.

Deelnemers: Marcel Taal (Deltares), Herman Mulder (RWS-WVL), Ernst Lofvers (RWS-NN), Zheng Bing Wang (Deltares), Robert Zijlstra (RWS-NN), Thijs van Kessel (Deltares), Almer de Swaaf (RWS-WVL), Stephanie Janssen (Deltares)

Afschrift naar: deelnemers workshop, Jelmer Cleveringa (Arcadis), Albert Oost (Deltares), Yann Friocourt (RWS), Klaas Deen (secr. Waddenacademie)

Rena Hoogland, Harry de Looff, Quirijn Lodder, Dick de Jong, Gert-Jan Liek

Programma expert workshop

Plenaire start workshop

10.20h Beheervragen en pitch morfologische indicatoren Herman Mulder (presentaties in bijlage)

11.10h Aanpak onderzoeksprogramma Marcel Taal (presentatie in bijlage)

Werksessie Meso/macro schaal

11.30h Pitch Jelmer Cleveringa

11.45h Divergeren: discussie Systeembeschrijving en Onderzoek

13.00h Convergeren: plenair terugkoppelen en verder uitwerken

Werksessie Mega/ macro schaal

13.45h Pitch Zheng Bing Wang

14.00h Divergeren: discussie Systeembeschrijving en Onderzoek

14.45h Convergeren: plenair terugkoppelen en verder uitwerken

Afsluiting

15.30h Samenvatten, Afspraken en Afsluiten workshop Marcel Taal

Plenaire start

Tijdens de plenaire start van de expertworkshop geeft Stephanie Janssen een introductie op het project, Herman Mulder presenteert de beheervragen en geeft een pitch over morfologische indicatoren en Marcel Taal geeft een overzicht van de filosofie van het op te zetten onderzoeksprogramma. Hieronder een korte weergave van het geen gezegd is, de presentaties zijn bijgevoegd.

Stephanie geeft een introductie in het project en het programma voor de expert workshop. Het doel van het project is te komen tot een onderzoeksprogramma voor morfologie van de Waddenzee. Voor het uitvoeren van het onderzoek is nog geen budget gereserveerd. Het programma onderbouwt de noodzaak en geeft een prioritering voor het onderzoek en een voorstel hoe het te realiseren. Belangrijk is dat het onderzoek niet 'op een eiland gebeurt'. Verbindingen met partijen als het RCW, EZ (irt gaswinning en bodemdaling), Waddenacademie en het PRW zijn onontbeerlijk. Tijdens de expertworkshop wordt ingegaan op de inhoud van het programma. De organisatie en contact met andere partijen/beheerders is onderdeel van het vervolgtraject en de volgende workshop.

Herman Mulder geeft weer wat de beheervragen zijn waarop een onderzoeksprogramma antwoord moet geven (*presentatie bijgevoegd*). Hij geeft een overzicht van de beheervragen die zijn geformuleerd tijdens de beheerdersworkshop op 24 maart. De belangrijkste beheervragen zijn als volgt geclusterd:

Gevolgen van hydromorfologische ontwikkelingen

- (1) Welke geulen zijn wanneer een bedreiging voor de waterkeringen?
- (2) Wat is het toekomstig onderhoud van de vaargeulen en havens?
- (3) Hoe zal de Waddenzee zich morfologisch ontwikkelen op lange termijn en wat zijn de gevolgen?
 - a. voor de eiland(staart)en (gevolgen van zeespiegelstijging)
 - b. voor de bereikbaarheid van vaargeulen en havens
 - c. voor de ecologie: sedimenttextuur, korrelgrootteverdeling, kleibanken, schelpenbanken, habitats/ecotopen, voedselweb, zeegrasvelden, mosselbanken, biobouwers, vissen, vogels
 - d. voor de dekking op kabels en leidingen; hoe hou je rekening met de morfodynamiek?

Gevolgen van hydromorfologische ingrepen (toetsingscriteria onder vraag 1-3)

- (4) Wat zijn de korte en lange termijn gevolgen op de morfologie, ecologie en gebruiksfuncties?
 - a. Wat zijn de gevolgen van baggeren, verspreiden en onttrekken/winning van sediment?
 - b. Wat zijn de gevolgen van kustsuppleties/kustonderhoud?
 - c. Wat zijn de gevolgen van visserij?
 - d. Wat is een significant effect?
- (5) Welke maatregelen zijn mogelijk om ingrepen duurzaam te laten zijn?
 - a. Hoe kunnen we het baggerbezwaar reduceren?
 - b. Hoe kunnen we de eilanden duurzaam beschermen?
 - c. Hoe kunnen we meewerken met de natuur c.q. minder effect op de natuur realiseren?

Voorwaarden

- (6) Zijn de areaalgegevens en de monitoring op orde?

Herman geeft aansluitend ter inspiratie een pitch over morfologische indicatoren (*presentatie bijgevoegd*). De benoeming daarvan (w.o. de benoeming van morfologische eenheden als plaat/geul/kwelder etc) draagt bij aan het gezamenlijke denkkader voor onderzoek en beleid/beheer (à la Westerschelde). Herman introduceert in de pitch onder meer het 'XYZT' idee, en geeft de

behoefte aan ondersteunende software aan. Herman wil vooral benadrukken dat dieptegegevens en daarvan afgeleide informatie beter op orde en toegankelijk moeten zijn. Een aantal reacties:

- Zheng Bing heeft een afstudeerder die hieraan gewerkt heeft.
- Ad Fioole is hier in west Nederland mee bezig geweest.
- De kustviewer is interessant in dit kader.
- Landelijke Opslag Lodingen is uiteraard ook hierin een speler.
- Andere genoemde zaken zijn OpenEarth en Walter.

Omdat het verder grotendeels buiten het kader en de voorbereiding van de workshop valt is er in de hier opvolgende discussies van de workshop niet verder op ingegaan.

Marcel Taal introduceert de filosofie van het onderzoeksprogramma (*presentatie bijgevoegd*). De nadruk ligt niet alleen op het ontwikkelen van kennis, maar zeker ook op het samenbrengen van bestaande inzichten in een kader dat het beantwoorden van beheervragen helpt (een conceptueel model / verhaal). Het kan heel goed zijn dat het onderzoeksprogramma een kennisbasis voor de lange termijn oplevert, en dat producten vooral tot stand komen in de adviestrajecten waartussen dit programma een belangrijke overkoepelende schakel moet zijn (zie filosofie Kust2005). Ook belangrijk is dat het programma een structuur gaat bieden om samen in te werken, zowel qua denkconcepten (meso-macro-mega bv) als qua organisatie.

Werksessies

Tijdens twee werksessies is ingegaan op de onderzoeksvragen voor de meso-macro schaal en voor de mega-macro schaal. Beide sessies beginnen met een introductie op de systeemwerking en een voorzet voor relevante onderzoeksvragen. Vervolgens is met de groep verder nagedacht over onderzoeksvragen, aanpak, producten en gerelateerd (lopend) onderzoek. Hierbij is gewerkt met tabellen (zie bijlage). Deze tabellen hebben structurerend gewerkt tijdens de discussie, maar zijn in de werksessie zeker nog niet volledig ingevuld. De verdere uitwerking van de systeembeschrijving en onderzoeksvragen, aanpak en producten, koppeling met beheervragen en gerelateerd onderzoek gebeurt in het vervoltraject van het opzetten van het onderzoeksprogramma. Hierbij zullen de relevante experts wederom intensief betrokken worden. In de volgende paragrafen zijn de bevindingen uit de twee werksessies weergegeven. Dit bevat meer dan de informatie die in de tabellen is gezet.

Werk sessie Meso-macro

Jelmer heeft een presentatie voorbereid (*presentatie bijgevoegd*) voor de meso-macro schaal, Marcel geeft de presentatie bij afwezigheid van Jelmer. Commentaar tijdens presentatie:

- sheet 9, tijdens storm sedimenteert de kwelder, kale platen eroderen wel tijdens stormcondities.

Belangrijke boodschappen van Jelmer:

- Tijdschaal voor grote en kleine kombergingsgebieden verschillen. Er is een verband tussen tijd en ruimteschalen.
- Er zit meer variatie en detail in gebieden (bijvoorbeeld prielen) dan dat we meenemen.

Op de meso/macro schaal volgen uit de presentaties en de discussies voorlopig vier onderzoeksthema's¹:

- (1) plaat-geul interacties,
 - (2) sedimentbalans zand-slib,
 - (3) transporten zand en slib (gevolgen van kustsuppleties), en
 - (4) langjarige ontwikkeling in processen van verlanding.
- Op basis van deze thema's is het verslag verder vorm gegeven.

1. Plaat-geul interacties

Systeembeschrijving en vragen

Globaal weten we hoe plaat-geul interacties werken, maar niet in detail. Ook weten we dat op lange termijn op bijna alle intergetijdengebieden sedimentatie plaats vindt, maar over de korte termijn is minder bekend. Op de korte termijn kan wel erosie plaats vinden. Het meten van transporten is moeilijk. De heersende gedachte is dat bij storm sedimenttransport plaats vindt van plaat naar geul en export naar de kustzone, maar dat kan voor zand en slib verschillend zijn. De diepte van de geulen in de Waddenzee hangt sterk af van de komberging, die weer afhangt van de hoogte van de intergetijdengebieden. Andersom heeft geulontwikkeling ook invloed op platen.

Het verplaatsen van geulen is in meer detail aan bod gekomen in de macro-mega werksessie (onderzoeksthema 'veranderingen in en migratie van geulen').

Genoemde onderzoeksonderwerpen zijn:

- Is er een evenwichtsrelatie/evenwichtshoogte voor de platen? Dit is nodig om bv effecten van zeespiegelstijging in te schatten, maar ook van andere ontwikkelingen of ingrepen.
- Kennis over opbouw en afbraak door getij en tijdens stormcondities. Zowel op lange als korte termijn. Ook is niet zeker of sediment tijdens stormen het Waddenzeebekken in gaat of verlaat.

Het beter begrijpen van plaat-geul interacties draagt bij aan het beantwoorden van meerdere beheervragen. Beheervraag 2 over onderhoud vaargeul en havens, beheervraag 3 en subvragen over autonome morfologische ontwikkelingen.

Aanpak en producten

Ten behoeve van het beter begrijpen van plaat-geul interacties kunnen we meer uit bestaande data halen. Het is zinvol om individuele geulsystemen beter te bekijken in termen van samenstelling en processen (zie ook onderzoeksthema 'veranderingen in en migratie van geulen').

Het uitbreiden van ASMITA met een zand-slib module en kwelders is een aantrekkelijke optie. Een eerste poging (Wang & van der Spek, 2015) bestaat nu. Zand en slib worden in deze poging nog apart beschouwd, wat de toepasbaarheid beperkt. Mogelijk product is een tool/modelinstrumentarium dat voortbouwt op bestaande (academische) kennis.

Genoemd gerelateerd lopend of afgerond onderzoek

- EMERGO (NWO BwN project, gericht op Westerschelde en Oosterschelde)
- Conferentie paper Wang & van der Spek (2015) over zand-slib ASMITA

¹ Dit is nadrukkelijk een voorlopige indeling, ontstaan bij het opstellen van het verslag.

- Er is een denkmodel over het grootschalig opvullen van platen, ook hoe het werkt met ondiepe geulen. Naar ondiepe geulen is in het Holwerd project gekeken.

2. Sedimentbalans, specifiek zand-slib

Systeembeschrijving en vragen

Vanuit de buitenwereld wordt menigmaal de relatie gelegd tussen menselijk ingrepen in en nabij de Waddenzee (suppleties, vaarwegonderhoud) en een al dan niet optredende verandering in de sedimentsamenstelling van de Waddenzee, vooral op de platen. Hierover is al eens een kennisproduct geleverd (notitie Bert vd Valk). Zie ook onderzoeksthema 3 'transporten zand en sediment'.

De integratie van vraagstukken en kennis van zand en slib moet in dit onderzoeksprogramma opgepakt worden, te meer omdat dit niet opgepakt wordt in kustgenese (die zich op de 'buitenkant' richt en gedomineerd wordt door zandige vraagstukken).

Aanpak en producten

Niet aan orde gekomen

Gerelateerd lopend of afgerond onderzoek

Deze vraag wordt deels opgepakt in B&O kust .

Rondom de Westerschelde worden modelleringen van zand en slib samen ontwikkeld

Notitie Bert vd Valk

3. Transporten zand en slib (gevolg van kustsuppleties voor samenstelling sediment)

Systeembeschrijving en vragen

Aansluitend op het vorige onderwerp. Naast inzicht in de zand-slib balans is inzicht in de invloed van externe ontwikkeling op de transporten van enerzijds slib en anderzijds zand van belang. Die kunnen tegengesteld zijn.

Aanpak en producten

Niet aan orde gekomen

Gerelateerd lopend of afgerond onderzoek

In SEAWAD zit een onderdeel dat aandacht besteedt aan verandering sedimentsamenstelling

4. Langjarige ontwikkeling en verlanding

Systeembeschrijving en vragen

De Waddenzee is op dit moment aan het 'verlanden'. Verlanding (sedimentatie die gemiddeld sneller gaat dan de relatieve zeespiegelstijging) van de Waddenzee heeft te maken met afsluitingen van de Zuiderzee en de Lauwerszee. Het verlanden is eveneens een potentieel groter gevaar, naast het verdrinken door versnelde zeespiegelstijging.

Een belangrijke vraag is hoe snel de Waddenzee omhoog kan en gaat groeien (meegroeivermogen) en wat de gevolgen voor natuur en voor waterveiligheid zijn van versnelde zeespiegelstijging. Het is belangrijk in beeld te brengen wat in dit debat 'natuurlijke ontwikkelingen' zijn. In discussies met de omgeving gaat om 'het verstoren van natuurlijke processen'.

Onderzoeksvragen:

- Hoe snel gaat de Waddenzee groeien? Is verlanden een tijdelijk verschijnsel? Komt er een nieuw dynamisch evenwicht? Wat zijn de kritische grenzen (voor zowel verlanden als verdrinken)?
- Hoe snel groeien de voorlanden irt waterveiligheid
- Hoe 'reversibel' zijn de optredende processen van verlanding en verdrinking?

Aanpak en producten

- Beheerbibliotheek en systeembeschrijving per kombergingsgebied met daarin de 'state-of-the-art'. Belangrijk te leren van de al ontwikkelde beheerbibliotheken. Wat is hier wel en niet goed gegaan. Betrek stakeholders bij het maken van een beheerbibliotheek en denk na over communicatie.

Gerelateerd lopend of afgerond onderzoek

- POV (Projectoverstijgende Verkenning) Waddenzeedijken
- Rick Hoeksema et al 2004 (Bodemdalingsstudie)
- Van Goor et al 2003 'kritische waarde' snelheid zeespiegelstijging voor verdrinking.

Macro-mega sessie

Zheng Bing Wang geeft een introductie in de systeembeschrijving en belangrijkste vragen.

Op deze schaal volgen uit de presentaties en de discussies voorlopig vijf onderzoeksthema's²:

- (5) Verlanding,
- (6) Erosie Buitendeltas en import in Wadden,
- (7) Nauwkeurigheid bodemgegevens,
- (8) Relatie ingrepen Waddenzee op eilandkoppen en kusten en omgekeerd, en
- (9) 'Veranderingen in en migratie van geulen'³.

5. Verlanding

Zie onderzoeksonderwerp 4 'langjarige ontwikkeling en verlanding'.

Gezamenlijke data-analyse is nodig om de veranderingen die je ziet in sedimentatie, waterstandsdata, te koppelen aan morfologische veranderingen en ZSS. Getijamplificatie tussen binnen en buiten het bekken. De getijslag wordt anders en ook de vorm (asymmetrie) van het getij. Er zijn theorieën hoe dat aan de morfologische ontwikkeling gekoppeld is. Stroomsnelheden (belangrijk voor bestuderen asymmetrie) heb je niet, waterstandsgegevens heb je wel.

- Waterstanden koppelen aan morfologische veranderingen. Wordt de getij-asymmetrie anders? Als je dat begrijpt dan kun je voorspellend bezig zijn.

6. Erosie Buitendelta's en import in Wadden

Systeembeschrijving en vragen

² Een voorlopige indeling, ontstaan bij het opstellen van het verslag.

³ De nummering van de genoemde onderzoeksthema's telt door om specifiek naar thema's te kunnen verwijzen.

De meeste buitendelta's eroderen door import van sediment naar de Waddenzee aangedreven door sedimenthonger t.g.v. ingrepen in het verleden en zeespiegelstijging. Men maakt zich zorg over deze erosie in verband met sediment beschikbaarheid voor de import naar de Waddenzee en voor kustveiligheid (vermindering beschermende werking voor de eilandkoppen en -kusten).

Onderzoeksvragen:

- Hoe gaat de erosie voortzetten? Gaan de buitendelta's verdwijnen?
- Wat zijn de consequenties voor de kust van de terugtrekkende buitendelta's?
- Welke invloeden hebben de kustsuppleties?
- Rol van de verschuivende wantijen. Bij kleiner wordende bekkens wordt de gemiddelde (evenwichts)diepte kleiner en is er dus vraag naar sediment
- Zandbalans van de Eems (vragen over ontwikkeling Dollard en twee-geulensysteem) (bij thema 8)
- Uit elkaar halen van de sedimentbehoefte vanuit de veranderende buitendelta en vanuit de veranderingen binnenin de Waddenzee. Bedenk ook dat bij herstel buitendelta er wellicht minder sediment voor het bekken kan zijn.
- Wat is de invloed van het vastleggen van de eilandkoppen (naar thema 8)

Aanpak en producten

- Zand/slib toevoegen aan kustgenese. Meenemen van slib in numerieke procesgebaseerde modellen.

Gerelateerd lopend of afgerond onderzoek

- Kustgenese 2. Hierin wordt onderzoek gedaan met procesgebaseerde modellen. Er wordt gekeken naar de kustzone en zandtransport naar het bekken wordt wel meegenomen, maar niet het slib. Bovendien wordt het Waddenzeebekken momenteel 'vastgehouden' (ontwikkeling van de bekkens niet meegenomen in de gedetailleerde modellering).

7. Nauwkeurigheid bodemgegevens

Systeembeschrijving en vragen

Bodemhoogte gegevens zijn niet heel nauwkeurig. Data-analyse uitbreiden naar bodemsamenstelling (misschien bij B&O kust. Dit 'in de gaten houden')

Aanvullend op kustbalans, zand en slib apart beschouwen

Aanpak en producten

Niet apart aan orde gekomen

Gerelateerd lopend of afgerond onderzoek

Niet apart aan orde gekomen

8. Gedrag buitendelta en effecten van ingrepen

Systeembeschrijving en vragen

Hoe kun je zand aan de buitenkant zo neer leggen, zodat het op de goede plek terecht komt. Hoe wordt de importsnelheid beïnvloedt

Aanpak en producten

Niet apart aan orde gekomen

Gerelateerd lopend of afgerond onderzoek

Niet apart aan orde gekomen

9. Veranderingen in en migratie van geulen

Zie ook onderzoeksthema 1 'plaat-geul interacties'.

Systeembeschrijving en vragen

Geulmigratie kun je analyseren en je kunt hier kenmerken uit halen. Modelleren of voorspellen van migrerende geulen is heel moeilijk. De veranderingen in de richting van de geulen (vooral die in de zeegaten) kunnen echter effect hebben op het importerend vermogen. Geulmigratie kan ook direct gevaar leveren voor waterkeringen.

In samenhang met onderzoeksthema 6 'Erosie Buitendelta's en import in Wadden'. Mening is dat een inzicht in transporterend vermogen ontwikkeld moet worden voordat er voorspellingen over de gevolgen van zeespiegelstijging mogelijk zijn en de tijdschaal waarop dit relevant is.

Aanpak en producten

Eerst patronen in de geulen bestuderen. De karakteristieken van de geulen verschillen per komgebied, maar de methodiek om deze te beschrijven zou hetzelfde moeten zijn. De sturende parameters in de verschillende komgebieden kunnen ook verschillen.

- Methodiek ontwikkelen voor het beschrijven van geulen.
- Beschrijven en begrijpen van geulmigratie bij specifieke geulen met generieke methodiek en hieruit patronen vinden.
- Beheerbibliotheken aanvullen met beschrijvingen van geuldynamiek.
- Hoewel het voor alle thema's van toepassing is wordt hierbij speciaal opgemerkt dat er een kennisopbouw moet volgen die zowel helder is als te koppelen aan (grote) beheervragen.

Gerelateerd lopend of afgerond onderzoek

- Afstudeerder van Zheng Bing kijkt momenteel naar geulmigratie binnen Amelandse zeegat.
- Rond Ameland wordt al veel gedaan en de vaargeul wordt onderzocht. Het Schuitengat bij Terschelling kan echter ook een goed beginpunt voor het onderzoek zijn.

In de afrondende discussie tijdens de werksessie brengt Thijs het onderwerp vertroebeling in. Dit is verder niet behandeld. Tijdens eerdere discussie (zie verslag 160526 *voorbereidende werksessie*) is dit wel meer aan de orde geweest. Ernst geeft aan dat de je inzicht in de natuurlijke trend wil om de effecten van baggeren te beoordelen. De koppeling met vertroebeling is tot nu toe te gering geweest. In de KRW studie (relatief klein) is dit enigszins opgepakt (gebaseerd op vraagstukken die in 'clear as mud' waren opgelijnd). De vraag is of je het hier moet oppakken. Het lijkt al met al buiten de scope van dit programma te vallen, maar we hebben wel verantwoordelijkheid deze lacune wel in beeld te houden.

Afsluiting

Marcel sluit de expert workshop af en geeft een doorkijk naar de volgende stappen. De volgende stap is het opschrijven van de onderzoeksopgaven en daarmee het programma vormgeven. Voordat we dit inzetten is er een overleg met RWS (Ernst en Herman) op 14 juli.

Aan alle aanwezigen vragen we om:

- De inspiratie van deze dag vast te houden, erover na te blijven denken en eventuele nieuwe gedachten te delen
- Op het verslag en eerder gestuurde stukken (literatuurlijst, verslag voorbereidende sessie mei 2016) te reageren. *De afspraak dat voor 14 juni in ieder geval wordt aangegeven of men in staat is nadere reactie te geven VOOR 20 juli (twee weken na verzenden verslag).* Daarna zal het projectteam huiswerk verdelen.
- Zheng Bing Wang zal een extra overleg met Edwin Elias hebben over dit onderwerp. Hij kon als expert nog niet eerder aansluiten.

Afsluitend rondje:

- Herman vraagt of we alle vragen in beeld hebben? Er wordt vastgesteld dat het voldoende is dat we nu een goed werkproces kunnen opzetten waarin ook vragen die we nu nog over het hoofd zien later nog kunnen worden ingebracht.
- Ernst geeft aan dat we het betrekken van andere partijen en de planning op 14 juli bespreken. En geeft aan de relatie met de vaargeul Ameland in het oog te houden.
- Thijs benoemt dat een aantal dingen vandaag niet aan de orde zijn gekomen die wel tijdens de voorbereidende sessie van mei zijn genoemd.
- Almer zoekt naar context waarin we dit doen en de link met de ministeries. Wat wil politiek Den Haag dat er onderzocht wordt. Ernst reageert dat actie 4 van de samenwerkingsagenda benut moet worden om het onderzoeksprogramma politiek en beleidsmatig te verankeren. Genoemd wordt de (uitvoering van de) structuurvisie en de noodzaak bij de beheerders om uitvoering te geven aan de samenwerkingsagenda. Door de verbinding hiermee goed te leggen is er de mogelijkheid ons continu '(bij) te laten sturen' vanuit de evoluerende beleidsvragen. Voorafgaande geeft meteen kansen voor de financiering.

E Verslag overleg RWS, PRW en Waddenacademie, 14 december 2016

Lange termijn morfologisch onderzoek Waddenzee. Overleg met Waddenacademie (WA) en Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW)

Plaats: Leeuwarden, Huis voor de Wadden

Deelnemers: Pier Vellinga (WA), Hessel Speelman (WA), Klaas Deen (WA), Rick Timmerman (PRW) Stephanie Janssen (Deltares), Marcel Taal (Deltares), Ernst Lofvers (RWS), Charlotte Schmidt (RWS), Herman Mulder (RWS). Afgemeld wegens treinproblemen: Hein Sas (PRW)

1. Introductie

Stephanie Janssen zit voor; de agenda wordt akkoord bevonden.
De deelnemers introduceren zichzelf.

2. Informeren over activiteiten, ambities en rol.

2.a. Presentatie Rijkswaterstaat (Ernst Lofvers)

De drijfveren achter het programma worden gepresenteerd (*presentatie in bijlage*)

De relatie tussen het voorliggende onderzoeksprogramma en de Kennisagenda wordt uitgelegd. De Kennisagenda gaat over het "hoe" (o.a. door de beheercyclus) en het onderzoeksprogramma KPP Morfologie Waddenzee geeft invulling aan het "wat", voor alleen het onderwerp morfologie. De middelen hiervoor komen uit het budget voor 'Landelijke Taken' wat door WVW wordt geprioriteerd.

Gevraagd wordt wie binnen RWS het aanspreekpunt is. Dat is in principe Ernst Lofvers. De inbedding van het onderzoek binnen RWS gebeurt via diverse onderdelen (RWS-NN, RWS-WVW). Voor de continuïteit na 2017 is het (opm. Charlotte) belangrijk dat er resultaten worden geboekt en getoond op inhoud en in samenwerking. Een roep (en waardering) uit de omgeving zou daarin sterk zijn en bovendien helpen een bredere basis (meer samenhangend onderzoek en advies) te krijgen.

2.b. Presentatie Waddenacademie (Hessel Speelman)

WA doet zelf geen onderzoek, maar coördineert academische kennisontwikkeling rondom de Wadden zo goed mogelijk.

Er zijn de volgende recente morfologische onderzoeksprojecten (*presentatie in bijlage*):

- Base and extent of the Wadden Sea sedimentary systeem: beschrijving van sedimentlaag (op Pleistoceen), gemaakt door diverse geologische diensten van de 'Waddenlanden'.
- AEOLEX: van UU-fysische geografie, o.l.v. Gerben Ruessink. Diverse promovendi op duinonderzoek, vooral cases op Terschelling.
- ECLIPSE: morfologisch onderzoek Wadden (afgelopen vrijdag bin eerste fase ingediend); trekker is Stefan Aarninkhof (TUD). Moet programma met 12-tal promovendi en meerdere postdocs worden. In bijlage ter informatie enkele samenvattende pagina's uit de aanvraag zoals die bij Deltares bekend is (achteraf toegevoegd).

De WA is zeer gelukkig met dergelijke initiatieven.

- Position paper over morfologische ontwikkeling Waddenzee. Transgressie of Regressie, dan wel Verdrinking of Verlanding van de Waddenzee. Hierin komt weergave huidige kennis. Het gaat om scenario's voor 2030, 2050 en 2100 m.b.t. zeespiegelstijging (getrokken door Pier Vellinga), bodemdaling (ondergrond) (getrokken door Hessel Speelman) en sedimentatie/erosie (getrokken door Hessel Speelman). Dus drie groepen experts (groep sedimentatie/erosie: in ieder geval Z.B.Wang en A. van der Spek). Afronding middels een synthese. Gereed in najaar 2017. Het stuk zal gebaseerd zijn op de huidige kennis (dus niet nieuwe ontwikkelingen) en zal zeker gebruikt kunnen worden om de kennislacunes verder bij te stellen / onderstrepen etc.
Naar aanleiding van vragen van de Coalitie Wadden Natuurlijk en de NAM is dit opgepakt.
- Onderzoek, geïnitieerd door NAM en Staatstoezicht op de Mijnen naar het "hand aan de kraan principe" zal lopen. Uitgevoerd door Z.B. Wang e.a. en een review door Hessel Speelman en Huib de Vriend.

Pier Vellinga vult dit aan met:

- RISK, een STW project over kustverdediging, overstroming en kwelders. Uit te voeren door TUD (Mathijs Kok), Univ. Wageningen (van Loon) e.a.
- Trilaterale kennisagenda, incl. klimaat en geologie; onderzoek vanuit de maatschappelijke waarden: natuur, recreatie, visserij, cultuur(-historie), etc. Systemebegrip van sediment wordt hierin cruciaal gevonden. Hoe is op deze terreinen een meerwaarde te verkrijgen (Van Deltares zijn Albert Oost en Dirk-Jan Walstra betrokken).
De insteek hierbij is de vraag naar de 'waarden'. Sense of Place: meer cultuur en cultuurhistorie inbrengen. Hoe maak je menselijke activiteiten meer 'natuur-inclusief'. Hierin speelt dat de status van werelderfgoed ook juist is vanwege het dynamische sedimentsysteem.
- Aansluitend enkele systeeminhoudelijke opmerkingen bij het voorliggende onderzoeksprogramma (zie 3b): (i) let op dat er ook sediment exporterende systemen zijn in de wereld, gebruik de bredere overzichten die beschikbaar zijn, (ii) wil meer nuance in denkmodel en bespeurt cirkelredeneringen m.b.t. geuldynamiek, (iii) probeer niet te veel te redeneren vanaf micro (kleine schaal) niveau en (iv) neem bv de case van Texel en de morfologische ontwikkeling bij de Eierlandse dam en probeer dat te snappen, uit te leggen. Of breder: eerst met z'n allen één ding snappen (één gebied gedurende één episode).

2.c. Presentatie PRW (Rick Timmerman)

PRW streeft naar een kennisagenda voor zand en slib. De toegevoegde waarde van PRW is het denkwerk over benodigde stappen in de tijd en de organisatie van kennisagenda. De kennisontwikkeling staat nu in de belangstelling van velen. PRW heeft een offerte-uitvraag gedaan naar bureaus om te helpen bij ontwikkeling van de kennisagenda. De PRW wil cyclisch een verhaal opbouwen met de kenniscommunity.

De WA is verbaasd dat PRW deze opdracht zo wil geven; dit is niet eerder aan de orde geweest in overleg WA-PRW. De opdracht van PRW heeft veel gemeenschappelijk qua doelen met het KPP onderzoek. Dit vraagt om directe samenwerking die de PRW ook wil gaan bewerkstelligen nu deze gemeenschappelijkheden zo duidelijk zijn geworden.

Er komen nu al mooi sporen bij elkaar en de basis ligt hier op tafel

3. Onderzoeksprogramma KPP Morfologie en feedback

3.a. Presentatie Deltares (Marcel Taal)

De voorliggende versie van het onderzoeksprogramma wordt op hoofdlijnen gepresenteerd. (*presentatie gaat in bijlage*). Op macro/megaschaal is veel kennis. Op mesoschaal is de kennis niet op orde: hier zijn beschrijvingen nodig, moeten methodieken bepaald worden en is nodig te weten hoe modellering het effectiefst kan worden aangepakt.

3.b. Discussie

De volgende punten worden naar voren gebracht:

- Benoem ook de relatie tussen morfologie en cultuur(historie)
- De status van Werelderfgoed is mede vanwege de unieke morfodynamiek. Het onderwerp is dus belangrijk en de status draagt dus bij aan draagvlak voor het onderzoek.
- Kijk ook naar andere systemen in de wereld. De Lagune van Venetië bijvoorbeeld exporteert zand. Hoe combineer je het een met het ander?
- Kijk kritischer naar denkmodel, dat nu bepaalde zaken uitsluit. Het rapport is erg stellig m.b.t. conceptueel model/processen, maar klopt het wel allemaal? Leidt bijvoorbeeld zeespiegelstijging wel tot transport naar de Waddenzee?
- Richt je op een specifiek concreet probleem/casus/gebeurtenis om die te verklaren, en hierdoor kennis te ontwikkelen. Dat spreekt aan. Pak dat multidisciplinair aan met veel mensen en geld. Zorg dat je laat zien dat je dat vraagstuk begrijpt. Combineer fundamentele vragen met toepassing. Dat werk het best (kans op robuuste financieringsconstructies is groter) en draagt bij aan de continuïteit. Evalueer regelmatig het onderzoek. Werk samen verschillende partners: bureaus (werken op termijn van maanden tot 1 jaar), kennisinstututen (termijn van 1 tot 3 jaar) en universiteiten (termijn van 4-5 jaar). Relevantie van onderzoek aantonen door je op duidelijke vraagstukken te richten die uit de waarden van het gebied voortkomen. Aansluitend kwamen suggesties langs:
 - Ecologische vraagstukken (Gerard Janssen is binnen RWS mee bezig hier samenhang in te krijgen). Zorg ervoor dat binnen RWS de zaken goed zijn geconsolideerd. (zie 4)
 - Bodemberoering
 - Effect van zandsuppleties (vissers klagen; over zand en slib).
 - Eierlandse dam Texel analyseren
 - Schuitengat? Holwerd?
- Het document heeft geen tijdpad (bijvoorbeeld voor 5 jaar), benodigde middelen en prioritering op basis daarvan.

4. Samenwerken (verkennen op welke wijze kan samenwerking worden vormgegeven)

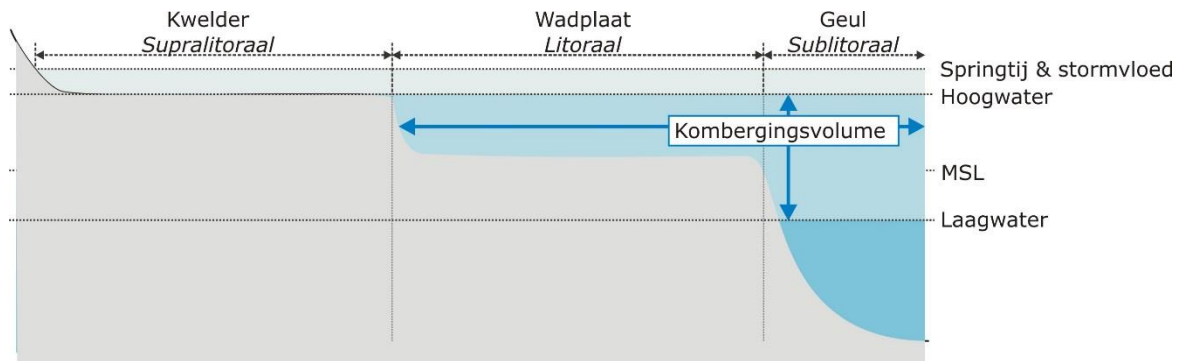
- De position paper van de WA sluit prima aan bij bestaande kennis die vervat is in het conceptueel model.
- Momenteel ontbreekt er een garantie voor geld na 2017. Er is een voorstel nodig naar management van RWS, met draagvlak van de stakeholders. Volgend jaar werken aan concrete vorm van samenwerking.
- De kennisagenda van RWS zou onderdeel moeten zijn van bredere agenda. De natuur van de Waddenzee staat voorop. Dat vraagt ook om een gedeelde kennisagenda vanuit ecologie en morfologie. Zeker van belang omdat er beelden over de morfologie heersen bij ecologen die afwijken van die van de morfologen. Participatie van ecologen is daarom belangrijk (EZ). Benader eerst binnen RWS de ecologen (Gerard Janssen) en PRW om het programma te verankeren/consolideren

- Meerdere Wadden-landen meekrijgen is ook goed voor continuïteit en financiering, benut de Trilaterale Samenwerking. EZ (Jaap Verhulst) is belangrijk voor de Trilaterale Samenwerking. Een combinatie van landen zorgt voor meer draagvlak (vanuit het gezamenlijke Werelderfgoed); werk naar een voorstel in 2018.
- Voor de samenwerking is een ontwerp nodig. Pak dit in 2017 op (eventueel al als onderdeel van de bijeenkomst die in januari 2017 gepland is tussen RWS en Deltares om de activiteiten voor 2017 voorlopig vast te stellen).

5. Afsluiting en afspraken

- WA wil graag een terugmelding van PRW hoe het met de uitbesteding van PRW afloopt.
- In januari 2017 worden keuzes gemaakt m.b.t. onderzoek/activiteiten in 2017. De WA hoeft daar niet bij te zijn. WA wil graag bij het proces betrokken blijven: volgende versie delen met WA. Ook een volgende bijeenkomst met WA is gewenst (kan in Huis voor de Wadden). RWS zal deze initiëren.

F Formules voor beschrijving dynamische evenwichten



Figuur D1 Definities van de elementen in een schematische dwarsdoorsnede van een getijdebekken.

In de relatieve kleine bekkens (afmetingen veel kleiner dan de getijgolfenlengte) is het kobergingsvolume ongeveer gelijk aan het getijprisma P (hoeveelheid water dat instroomt tijdens vloed en uitstroomt tijdens eb). Voor gegeven bekkenoppervlak bij hoogwater (HW) A_b en getijslag H kan het getijprisma dus als volgt worden berekend:

$$P = A_b H - V_f \quad (1)$$

Hierin V_f is het plaatvolume, gedefinieerd als het volume sediment in het bekken tussen LW en HW (Zie Fig.D1). Voor het plaatvolume V_f en voor het geulvolume V_c (watervolume onder LW in het bekken) zijn er empirische relaties voor hun evenwichtswaarden. Voor de plaat zijn er twee empirische relaties, één voor de evenwichtsoppervlakte A_{fe} en één voor de evenwichtshoogte (t.o.v. laagwater (LW)) h_{fe} (Renger en Partensky, 1974; Eysink en Biegel, 1992).

$$\frac{A_{fe}}{A_b} = 1 - 2.5 \cdot 10^{-5} \cdot A_b^{0.5} \quad (2)$$

$$h_{fe} = \alpha_{fe} \cdot H \quad (3)$$

In vergelijking (2) heeft A_b de eenheid m^2 en verder volgens Eysink (1991)

$$\alpha_{fe} = \alpha_f - 0.24 \cdot 10^{-9} \cdot A_b \quad (4)$$

met $\alpha_f = 0.41$. Het evenwichtsvolume van de plaat V_{fe} is dan per definitie

$$V_{fe} = A_{fe} h_{fe} \quad (5)$$

De evenwichtswaarde van het geulvolume V_{ce} is gerelateerd aan het getijprisma P :

$$V_{ce} = \alpha_c P^{1.55} \quad (6)$$

Met deze vergelijkingen kan het morfologische evenwicht van een bekken worden bepaald uit twee parameters, de bekkenoppervlakte A_b en de getijslag H . Voor het bepalen van de sedimentvraag kan men gebruik maken van totale water volume onder HW:

$$V_b = V_c + P \quad (7)$$

Het verschil tussen de actuele waarde van V_b en zijn evenwichtswaarde is de hoeveelheid sediment die een bekken nodig heeft om evenwicht te bereiken, ofwel de sedimentvraag. Vergelijking (2) geeft aan dat een kleiner bekken relatief meer platen bevat dan een groter bekken bij evenwicht. Daardoor is een kleiner bekken ook gemiddeld minder diep dan een groter bekken bij evenwicht.

G Lopend onderzoek gerelateerd aan morfologie Waddenzee

Hieronder volgt een overzicht van lopende en geplande onderzoekstrajecten die relevant zijn voor dit onderzoeksprogramma.

- **POV (Projectoverstijgende Verkenning) Waddenzeedijken.**
In de POV Waddenzeedijken worden 12 onderzoeken uitgevoerd die moeten leiden tot betere, snellere en goedkopere uitvoering van dijkversterkingsopgaven in dijkkring 6. Een van deze projecten heeft betrekking op geulmanagement. Wanneer geulen in de Waddenzee richting de dijk bewegen kan er een veiligheidsprobleem optreden. Met geulmanagement kan “sneller geanticipeerd worden op de morfologische ontwikkeling in de Waddenzee en de impact hiervan op de dijkstabiliteit”.

Het onderzoek moet onder meer inzicht opleveren in beschikbare methoden voor geulmanagement en ervaringen van waterschappen en Rijkswaterstaat met geulmanagement elders in Nederland, en daarnaast inzicht in de trends en ontwikkeling van geul- en plaatmorfologie in de nabijheid van een dijk in de Waddenzee. Verschillende geulmanagementmethoden worden bekeken en de invloed ervan op de morfologie in de Waddenzee. Ook wordt gekeken naar een monitoringsprogramma en de bouw van een morfologisch model. Er worden veldexperimenten voorzien.

- **B&O Kust.** Het onderzoeksprogramma Beheer & Onderhoud Kust richt zich vooral op kennisontwikkeling ten behoeve van zandsuppletie voor het onderhoud van de Noordzeekust. Daarbij wordt o.a. de sedimentbalans analyse zoals beschreven door Elias e.a. (2012) bijgehouden. Verder worden er beheerbibliotheken voor verschillende kustgebieden opgesteld. In elke beheerbibliotheek wordt de beschikbare kennis over een kustgebied samengevat. Het is de bedoeling dat het een levend document is waarbij nieuwe onderzoekresultaten voortdurend kunnen worden toegevoegd.
- **Kustgenese 2 & SEAWAD.** Het onderzoeksprogramma Kustgenese 2 en het verwante STW-Water project SEAWAD richten zich op het ontwikkelen van kennis ten behoeve van de lange-termijn strategie van kustonderhoud. Door middel van procesmetingen en -modelleringen van het gebied rondom de buitendelta van Amelanderveegat wil men vooral inzicht krijgen in de ontwikkelingen van buitendelta's en de sedimentuitwisseling door de zeegaten.
- **Verschillende studies voor het gebied Eems-Dollard (HMI, welke nog meer).** De studies richt zich vaak op de problematiek rondom de vertroebeling en de samenhangende versterking in amplificatie van het getij. Morfologisch onderzoek m.b.t. de Eems-Dollard kent een eigen onderzoekstraject (HMI). Gezien de specifieke kenmerken van het gebied en dat het een grensgebied is stellen wij voor het huidige programma geen aandacht aan het Eems-Dollard gebied besteedt.
- **Voor de morfologische ontwikkeling zijn Waddenzee met Eems-Dollard sedimentdelend met de Noordzeekusten.** Morfologisch onderzoek aangaande de Noordzeekusten wordt

verricht binnen Kustgenese II en B&O kust. Deze onderwerpen worden in dit programma aangehaald waar het nodig is voor het handhaven van een integrale benadering van het Waddengebied.

- Programma naar een Rijke Waddenzee Programmaplan 2015-2018
Het Programmaplan 2015-2018, ofwel PRW 2.0, bevat een streefbeeld voor de wadden met een negental strategieën. Strategie 5 is expliciet gericht op sedimenthuishouding voor veiligheid en biodiversiteit. Deze strategie richt zich op “het opdoen van kennis en praktische ervaring over sedimenthuishouding (zand en slib) in de Waddenzee en het verminderen van de invloeden van menselijke activiteiten.” Lopende initiatieven worden benoemd, waaronder het opzetten van een onderzoeksprogramma morfologie Waddenzee. PRW zie voor zichzelf een rol weggelegd in stimuleren van samenwerking waar nodig en bij de ontwikkeling van doelgerichte pilotprojecten.

PRW2.0 is onder meer gebaseerd op een kennistafel ‘Water, Morfologie en Randen van de Waddenzee’. Hierin is door experts gereflecteerd op het streefbeeld van het programma en zijn lacunes geïdentificeerd. Als grootste lacune wordt hier de greep op de sedimenthuishouding van de Waddenzee als geheel gezien.

“PRW streeft naar een kennisagenda voor zand en slib. De toegevoegde waarde van PRW is het denkwerk over benodigde stappen in de tijd en de organisatie van kennisagenda. De kennisontwikkeling staat nu in de belangstelling van velen. PRW heeft een offerte-uitvraag gedaan naar bureaus om te helpen bij ontwikkeling van de kennisagenda. De PRW wil cyclisch een verhaal opbouwen met de kenniscommunity.”
(bron: overleg Waddenacademie, RWS, PRW Deltares, 14 december 2016, zie ook bijlage E)

- WaLTER <http://www.walterwaddenmonitor.org/>
“WaLTER ‘Wadden Sea Long-Term Ecosystem Research’ is een initiatief van een aantal instituten en organisaties dat meerjarige metingen en onderzoek in het waddengebied uitvoert. Doel van het project is het ontwikkelen van een blauwdruk voor basismonitoring ten behoeve van belangrijke thema’s in het waddengebied en een dataportaal voor waddendata. Afstemming vindt plaats met betrokkenen (partners, adviesraad en klankbordgroepen) en andere initiatieven zowel nationaal, trilateraal als internationaal.

De aanpak van WaLTER is om binnen vier jaar een gemeenschappelijk, online platform te lanceren dat naast aanbevelingen voor monitoring (thema’s) toegang biedt tot relevante data (wadden dataportaal) en inzetbare data- en informatieproducten (tools) voor beleids- en besluitvorming en wetenschap.”

Het project WaLTER is afgerond. De informatie is te vinden via Waddenzee.nl en via walterwaddenmonitor.org.

- Trilaterale ontwikkeling
“Trilaterale kennisagenda, incl. klimaat en geologie; onderzoek vanuit de maatschappelijke waarden: natuur, recreatie, visserij, cultuur(-historie), etc.
Systeembegrip van sediment wordt hierin cruciaal gevonden. Hoe is op deze terreinen een meerwaarde te verkrijgen (Van Deltares zijn Albert Oost en Dirk-Jan Walstra

betrokken). De insteek hierbij is de vraag naar de 'waarden'. Sense of Place: meer cultuur en cultuurhistorie inbrengen. Hoe maak je menselijke activiteiten meer 'natuur-inclusief'. Hierin speelt dat de status van werelderfgoed ook juist is vanwege het dynamische sedimentsysteem." (bron: overleg Waddenacademie, RWS, PRW Deltares, 14 december 2016, zie ook bijlage E)

- Onderzoeksprogramma Griend

Ontwikkelingen genoemd in overleg Waddenacademie, RWS, PRW Deltares, 14 december 2016 (Bijlage E):

- Base and extent of the Wadden Sea sedimentary systeem: beschrijving van sedimentlaag (op Pleistoceen), gemaakt door diverse geologische diensten van de 'Waddenlanden'.
- AEOLEX: van UU-fysische geografie, o.l.v. Gerben Ruessink. Diverse promovendi op duinonderzoek, vooral cases op Terschelling.
- ECLIPSE: morfologisch onderzoek Wadden (afgelopen vrijdag bin eerste fase ingediend); trekker is Stefan Aarninkhof (TUD). Moet programma met 12-tal promovendi en meerdere postdocs worden. In bijlage ter informatie enkele samenvattende pagina's uit de aanvraag zoals die bij Deltares bekend is (achteraf toegevoegd).
- Position paper over morfologische ontwikkeling Waddenzee. Transgressie of Regressie, dan wel Verdrinking of Verlanding van de Waddenzee. Hierin komt weergave huidige kennis. Het gaat om scenario's voor 2030, 2050 en 2100 m.b.t. zeespiegelstijging (getrokken door Pier Vellinga), bodemdaling (ondergrond) (getrokken door Hessel Speelman) en sedimentatie/erosie (getrokken door Hessel Speelman). Dus drie groepen experts (groep sedimentatie/erosie: in ieder geval Z.B.Wang en A. van der Spek). Afronding middels een synthese. Gereed in najaar 2017. Het stuk zal gebaseerd zijn op de huidige kennis (dus niet nieuwe ontwikkelen) en zal zeker gebruikt kunnen worden om de kennislacunes verder bij te stellen / onderstrepen etc. Naar aanleiding van vragen van de Coalitie Wadden Natuurlijk en de NAM is dit opgepakt.
- Onderzoek, geïnitieerd door NAM en Staatstoezicht op de Mijnen naar het "hand aan de kraan principe" zal lopen. Uitgevoerd door Z.B. Wang e.a. en een review door Hessel Speelman en Huib de Vriend.