

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: Wouter Iedema
Van: Petra Dankers
Datum: 4 juni 2020
Kopie: Charlotte Schmidt, Herman Mulder
Ons kenmerk: BF2443-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0006
Classificatie: Open

Onderwerp: Kennispaper Hydromorfologie ED2050, update

1 Naar een ecologisch streefbeeld voor het Eems-Dollard estuarium

Het ecologisch streefbeeld voor het Eems-Dollard gebied in 2050 is de stip op de horizon voor het Programma ED2050 en maakt duidelijk in welke richting verbeteringen gewenst zijn. Het huidige streefbeeld is opgesteld in 2016 en beschrijft een estuarium met passende dimensies en natuurlijke dynamiek, gezonde leefgebieden en natuurlijke overgangen, natuurlijke troebelheid en voldoende voedsel aan de basis van het voedselweb. Deze onderwerpen zijn op verschillende manieren in te vullen.

Nieuwe kennis over de historische ontwikkeling, klimaatveranderingen zoals zeespiegel- en temperatuurstijging en te verwachten morfologische ontwikkelingen betekent dat we de denkbeelden over de toekomst van het Eems-Dollard gebied moeten bijstellen. Dus ook het bestaande streefbeeld voor het estuarium. Onderzoek heeft nieuwe inzichten opgeleverd over het hydromorfologisch functioneren van het systeem en de effectiviteit van verschillende oplossingsrichtingen. Het is de vraag hoe deze nieuwe inzichten zich verhouden tot het streefbeeld en de strategieën.

Omdat we nieuwe en betere kennis hebben kunnen we het bestaande ecologische streefbeeld aanpassen en geschikt maken voor de toekomst. Een herijking van het streefbeeld is nodig. Het vertrekpunt is: *“In 2050 is het Eems-Dollard gebied veilig en klimaatbestendig en ook aangepast aan de veranderingen, die het gevolg zijn van de klimaatveranderingen. Het ecosysteem is veerkrachtig, dynamisch en gezond”*.

De aandacht in dit kennispaper ligt op de hydromorfologie. Hieronder verstaan wij de wisselwerking tussen hydrodynamica (stroming, golven, getij) en morfologie (de vorm van het landschap en transporten van zand en slib). Hydromorfologie vormt een belangrijke basis voor het onderwaterlandschap en het ecologisch potentieel van een watersysteem en de waterkwaliteit. De hydromorfologie en de veranderingen daarin bepalen welk ecologisch streefbeeld in de toekomst haalbaar is, maar ook hoe de hoogwaterveiligheid wordt beïnvloed door zeespiegelstijging. De nieuwste kennis en inzichten m.b.t. de historische en toekomstige hydromorfologische ontwikkeling van het Eems-Dollard gebied worden beschreven en handvatten worden gegeven voor een aanpassing van het ecologische streefbeeld waarin de ecologie en hoogwaterveiligheid een belangrijke rol spelen.

Allereerst worden de historische ontwikkeling en de toekomstverwachting van het Eems-Dollard gebied besproken. Daarna wordt achtereenvolgens beschreven wat deze veranderingen betekenen voor de aspecten ecologie en hoogwaterveiligheid, welke strategieën denkbaar zijn om die aspecten te verbeteren, welke dilemma's dit oplevert en op welk vlak kennisontwikkeling nodig is. Voorliggend paper zal worden gebruikt bij de update van het ecologisch streefbeeld dat beter past bij de nieuwste inzichten.

De informatie in dit kennispaper is afkomstig uit het rapport van Pierik et al. (2019) en Van Maren et al. (2019). Beide rapporten zijn opgesteld in het kader van het ED2050 programma, spoor Hydromorfologische Verbetering. Zowel de rapporten als dit kennispaper zijn uitgebreid besproken met het expert-team Hydromorfologische Verbetering ED2050. In 2020 is een update van het eerdere kennispaper uitgevoerd. Hierbij zijn de inzichten vanuit de in november 2019 gehouden kennistafel Ecologie/Morfologie meegenomen, is er kennis genomen van de memo's van Van Maren en Herman (2019) en De Jonge (2019) en zijn op basis van deze memo's beperkte aanpassingen gedaan in de tekst.

2 Historische ontwikkeling en toekomstverwachtingen

Een goed streefbeeld is een haalbaar streefbeeld dat niet tegen de natuurlijke ontwikkeling in werkt. Een goed ecologisch streefbeeld kan alleen maar worden opgesteld aan de hand van de juiste kennis over de hydromorfologie van een systeem. Kennis over de historische en toekomstige hydromorfologie is daarbij essentieel. De toekomst is niet te voorspellen maar we weten wel dat de zeespiegel stijgt en de bodem daalt. Dit heeft gevolgen voor de water- en sedimentstromen in dit gebied. Met behulp van analyse van historische gegevens en nieuw ontwikkelde state-of-the-art rekenmodellen zijn de historische ontwikkeling en de toekomstverwachtingen richting 2050 zo goed als mogelijk in beeld gebracht.

2.1 De historie is van groot belang voor de vorming van het estuarium

Grote veranderingen

De veranderingen in het Eems estuarium worden veroorzaakt door een mengeling van antropogene ingrepen en natuurlijke veranderingen of omstandigheden. Het Eems-Dollard systeem is al eeuwenlang een sediment importerend systeem waarin grote veranderingen optreden. De grootst zichtbare veranderingen zijn de verandering van een twee-geulen estuarium naar een enkel-geuls estuarium, de inpolderingen en daarmee verkleining van de Dollard, de verdiepende baggerwerkzaamheden en de toename van de troebelheid in het water. Deze laatste verandering speelt vooral sinds enkele decennia waar de andere veranderingen al eeuwenlang aan de gang zijn. Daarnaast zijn er nog veranderingen én natuurlijke fenomenen, bijvoorbeeld de zeespiegelstijging en de aanwezigheid van harde lagen in de ondergrond, die minder goed waarneembaar zijn, maar wel effect hebben op de morfologische ontwikkeling van het gebied.

Van 2-geulen systeem naar 1-geuls systeem

Het twee-geulen systeem paste goed bij het grote kombergingsgebied van de Dollard zoals dat lange tijd aanwezig was. De sterke afname van dit kombergingsgebied, door inpoldering en verlanding van de Dollard, dehistorische netto sedimentimport vanuit zee en de aanwezigheid van harde lagen in de ondergrond, hebben waarschijnlijk geleid tot sedimentatie in de bocht van Watum. Het twee-geulen systeem rond Hond-Paap is hierbij overgegaan naar een enkel-geuls systeem dat goed bij de huidige situatie van het estuarium met een niet al te grote Dollard. In de afgelopen eeuw hebben het wegbaggeren van drempels en de aanleg van Eemshaven hier nog verder aan bijgedragen.

Verkleining van de Dollard

Sinds het ontstaan van de Dollard in de Middeleeuwen is in eerste instantie de Dollard voornamelijk groter geworden. Vanaf 1500 zijn delen van de Dollard ingepolderd en zijn er dijken geplaatst. Hierdoor is veel getijdengebied verloren gegaan en is er minder ruimte beschikbaar gekomen om slib vast te leggen. Dit speelde niet alleen in de Dollard maar ook in de Zuidwestelijke delta, de Zuiderzee en de Waddenzee. Nog steeds wordt slib richting het estuarium getransporteerd vanuit de Waddenzee. Het sedimenteert vervolgens deels in het estuarium maar blijft ook deels in de waterkolom hangen.

Troebelheid in het water

De troebelheid in het water is sinds 1950 sterk toegenomen. Dit heeft verschillende oorzaken. Enerzijds heeft dit te maken met de sterke vermindering van beschikbare sedimentatieruimte, zoals hierboven beschreven. Anderzijds speelt het verdiepen van de vaargeul in het estuarium en in de Eemsrivier een rol waardoor het getijtransport heeft kunnen toenemen. De daarbij behorende bagger- en stortprocessen leiden tot het continu in beweging houden van het slib waardoor het niet wordt vastgelegd in de bodem. Daarnaast zijn er verschillende estuariene processen die een belangrijke bijdrage leveren aan het toenemen van de troebelheid. Deze processen zorgen voor veel import van slib richting het estuarium.

Tevens is er een uitstralend effect van de hoge concentraties in de Eemsvier op het Eems estuarium. De zandige platen, vooral de Hond-Paap, zijn volgens verschillende persoonlijke mededelingen de afgelopen decennia ook slibrijker geworden. Recente analyses van de sedimentconcentraties hebben laten zien dat de slibconcentratie op verschillende meetpunten in het estuarium en net daarbuiten licht zijn afgenomen of dat de toename is gestagneerd. Dit komt echter overeen met de grootschalige veranderingen zoals deze in de gehele Waddenzee worden waargenomen in de periode na 2011. Er blijken cycli van slibconcentraties te zijn in het estuarium, in de Waddenzee en in de Noordzee. Deze cycli zijn een gevolg van een complexe interactie tussen meteorologische omstandigheden (zoals stormen en rivierafvoer) en menselijke ingrepen (zoals baggeractiviteiten en kwelderbeheer). Belangrijk blijft dat de meest representatieve meetlocatie voor het estuarium, Groote Gat Noord lange tijd een toename heeft laten zien en momenteel geen afname laat zien zoals dat op een aantal andere punten in de Waddenzee wel gebeurt.

Sedimentbalans

Opvallend is dat het Eems estuarium lange tijd een sediment-importerend karakter heeft gehad waarbij zand en slib werden vastgelegd en de bodem van de geulen omhoog kwam waardoor het geulvolume afnam. Sinds de grote verdiepingen en bijbehorende baggeractiviteiten met berging op het land in de jaren 60 van de vorige eeuw is het estuarium echter omgeslagen naar een systeem waarin het geulvolume weer groter is geworden. Sinds de jaren 90 is grootschalige sedimentextractie sterk afgenomen en neemt het geulvolume weer af.

Harde lagen

Het Eems-Dollard gebied bevat verschillende harde lagen in de bodem van keileem, potklei en, in mindere mate, veenbanken. Deze harde lagen zijn veelal gevormd tijdens de ijstijden (Pleistoceen) of in het vroeg Holoceen. Het is gebleken dat de aanwezigheid van harde lagen in de ondergrond sterk sturend is voor de ontwikkeling van geulen in het estuarium. Op plekken waar Pleistocene harde lagen aan het oppervlak komen wordt het estuarium gelimiteerd in diepte en is daar relatief breed. De Holocene harde lagen zorgen veelal voor stabiele zijanten van de geulen en in sommige gevallen voor dieptebeperkingen. Bij toekomstige maatregelen of ontwikkelingen, waarbij morfologische veranderingen optreden, spelen deze resistente lagen een rol in de ontwikkeling van geulen. Geulen eroderen nauwelijks op plekken waar een harde laag aan het oppervlak komt. Ook kunnen ze lateraal stabiliserend werken.

2.2 Het dynamische systeem blijft veranderen, ook in de toekomst

De morfologische toekomst voorspellen is omgeven met grote onzekerheden. Voor het voorspellen van de toekomst is gebruik gemaakt van de meest geschikte modellen van het moment. De aandacht heeft hierbij gelegen op de effecten van zeespiegelstijging. Bij zeespiegelstijging is het van belang te weten of er voldoende sedimentatie van zand en slib optreedt en de buitendijkse gebieden meegroeien met de zeespiegelstijging. De modellen zijn ingezet om te berekenen welke gevolgen dit heeft, hoe het systeem hierdoor verandert en wat de (on)zekerheden van deze voorspellingen zijn. Voor de analyse is het estuarium ingedeeld in deelgebieden. In de resultaatbeschrijving wordt onderscheid gemaakt tussen het middengebied van het estuarium en de Dollard omdat deze gebieden verschillend reageren op de hydrodynamische en morfologische veranderingen.

De uitgangspunten

- De toekomstvoorspellingen worden vergeleken met de situatie in 2012
- Voor de zeespiegelstijging wordt een toename van 26 cm in 2050 t.o.v. 2012 aangehouden. Dit komt overeen met het KNMI2014W-scenario dat ook gebruikt wordt in scenario's voor

hoogwaterbescherming. Relatieve zeespiegelstijging gaat ook na 2050 verder volgens hetzelfde scenario. Dit betekent dat er in het jaar 2100 rekening wordt gehouden met een zeespiegelstijging van in totaal 86 cm t.o.v. 2012.

- De bodemdaling nabij Delfzijl bedraagt in totaal 8 cm tot aan 2050.

De geulen en zandige platen – zijn in 2050 niet overal meegegroei met de zeespiegelstijging

Het meegroeien van de geulen en zandige platen met de zeespiegelstijging is geheel afhankelijk van de transportcapaciteit van het water en de daarmee samenhangende import van zand en slib. Voor de kust is ruimschoots zand aanwezig. Er is echter onvoldoende capaciteit om voldoende zand voor meegroeien met de zeespiegelstijging naar binnen te transporteren. De stroomsnelheid is hiervoor niet groot genoeg. Het is zeer waarschijnlijk dat de import van zand naar het Eems estuarium slechts beperkt gaat toenemen bij het stijgen van de zeespiegel. Vanuit de nieuwe historische gegevens weten we dat het systeem tot medio vorige eeuw netto zand importerend is geweest. Er is daarom zeker enige mogelijkheid tot meegroeien met een stijging van de zeespiegel. De modelresultaten laten echter zien dat met de voorspelde stijging van de zeespiegel de platen maar ten dele zullen meegroeien. Langzaam wordt de waterdiepte boven de zandige platen en een deel van de geulen daardoor groter. Het toenemen van de waterdiepte boven de platen heeft een direct gevolg voor de ecologie van het estuarium omdat het litorale plaatareaal en de droogvalduur afneemt.

Er is een verschil tussen geulen waarin harde lagen voorkomen en geulen met een zandige bodem. Sedimentatie vindt minder snel plaats in de delen van geulen waar harde lagen voorkomen. De stroomsnelheden in deze delen liggen veelal iets hoger vanwege de harde lagen die de natuurlijke verdieping en/of verbreding kunnen beperken. Op de korte termijn zullen geulen op harde lagen een grotere waterdiepte krijgen bij zeespiegelstijging omdat er geen sedimentatie plaatsvindt. Op de iets langere termijn (enkele decennia) zullen deze geulen toch ook wel iets gaan opvullen waardoor het effect van harde lagen minder belangrijk wordt. Bij voldoende sedimentimport zal de waterdiepte in de geulen niet verder toenemen maar eerder stabiliseren.

In zandige geulen vindt wel sedimentatie van zand plaats. Bij een stijging van de zeespiegel zal in de zandige geulen op termijn minder gebaggerd hoeven te worden. Het is onzeker in welke mate het baggervolume zal afnemen. Bij een in de tijd gelijkblijvende import van zand, waar op het moment van wordt uitgegaan, is het baggerbezwaar over enkele decennia waarschijnlijk sterk verminderd. Dit is echter zeer afhankelijk van verdere morfologische veranderingen. Bij een re-activatie van het tweegeulensysteem, iets dat volgens de modelvoorspellingen mogelijk optreedt bij verdere zeespiegelstijging, worden de vaargeulen juist ondieper en blijft het baggerbezwaar groot.

De slibrijke platen en kwelders – groeien deels mee met de zeespiegelstijging

Slib is in ruime mate aanwezig in het estuarium. Dit in tegenstelling tot zand, dat wel beschikbaar is in de Noordzee maar niet voldoende naar binnen komt. Er is wel voldoende transportcapaciteit om slib het estuarium in te brengen en er is voldoende slib aanwezig in de waterkolom. De mate van sedimentatie blijkt, in ieder geval voor het mid-litoraal (droogvallende platen), geheel af te hangen van de beschikbare accommodatieruimte. Zo gauw er meer accommodatieruimte beschikbaar komt door de zeespiegelstijging wordt deze ruimte opgevuld door sedimentatie van slib. In de huidige situatie is de Dollard al lange tijd redelijk stabiel. Het is zeer waarschijnlijk dat de Dollard, met zijn slibrijke platen, ook in de toekomst vooralsnog redelijk goed meegroeit met de zeespiegelstijging. De modelvoorspellingen geven aan dat niet alle delen volledig mee zullen groeien, waardoor er een kleine verschuiving plaats zal vinden van het areaal litoraal naar sub-litoraal.

Er zijn nog geen goede modelvoorspellingen voor de kwelders (het supra-litoraal). Op basis van systeemkennis is het zo goed als zeker dat de kwelders meegroeien met de zeespiegelstijging.

De troebelheid – neemt toe boven de slibrijke gebieden

De zeespiegelstijging leidt tot meer sedimentatie van slib, ook in veel ondiepe gebieden waar voorheen voornamelijk zand sedimenteerde. De zandige platen worden iets slibrijker, de al slibrijke platen blijven zeer slibrijk. Het gevolg hiervan is dat, door de combinatie van een grotere waterdiepte en de aanwezigheid van meer slib er ook meer slib in suspensie wordt gebracht door golven en stroming. Dit is afhankelijk van de situatie en locatie. De verwachting is dat in de Dollard de troebelheid verder zal toenemen. Op de locaties waar kweldervorming gaat optreden en/of wordt gestimuleerd leidt extra sedimentatie van slib niet per sé tot een hogere troebelheid omdat de resuspensie wordt beperkt door de aanwezige vegetatie.

De troebelheid boven de zandige platen in het middendeel en de monding van de Dollard zal ook toenemen vanwege het slibrijker worden van deze platen. Voor alle plaatgebieden geldt in feite dat er in de toekomst meer slib aanwezig is en dus ook de troebelheid zal toenemen. Een belangrijk deel van het slib in de waterkolom is namelijk afhankelijk van de windomstandigheden ter plaatse. Windgedreven golven wervelen tijdens hoog water slib op van de platen dat vervolgens tijdens de eb naar de geulen wordt gevoerd en daar disperseert. Specifieke factoren, zoals de aanwezigheid van vegetatie, beïnvloeden de mate van toename.

De zoet-zout gradiënt – meer import van zout slibrijk water

Zoet-zout gedreven stroming speelt een belangrijk rol in de verdeling van slib over het Eems estuarium. Deze neemt toe bij een vergroting van de waterdiepte. Dit betekent dat bij een stijging van de zeespiegel, waarbij de zandige gebieden en vooral de geulen niet voldoende meegroeien, een grotere waterdiepte ontstaat en zout-gedreven stroming belangrijker wordt. Er stroomt meer zout slibrijk water het estuarium in dan in de huidige situatie. Het is onbekend wat het effect hiervan gaat zijn. Enerzijds kan de troebelheid toenemen ten gevolge van de extra aanvoer van slib. Anderzijds kan het extra aangevoerde slib sedimenteren en vastgelegd worden waardoor de troebelheid niet of minder toeneemt.

De toekomstige afvoer van de Eemsrivier zal gaan veranderen ten gevolge van klimaatverandering. We weten dat bij lagere afvoeren er meer import van slib vanuit de Waddenzee optreedt. De huidige afvoer van de Eemsrivier in de zomer is echter ook al zeer laag en piekafvoeren komen altijd maar korte tijd voor. De effecten van veranderingen in rivierafvoer worden daarom niet als belangrijk geacht voor de ontwikkeling van de troebelheid.

3 De autonome ontwikkeling in perspectief van ecologie en hoogwaterveiligheid

De belangrijkste aspecten waar het streefbeeld richting aan zou moeten geven, zijn de aspecten ecologie en hoogwaterveiligheid. Dit kan worden onderverdeeld in de volgende criteria waar de autonome ontwikkeling maar ook mogelijke maatregelen op getoetst kunnen worden:

- Troebelheid
- Areaal habitats
- Kwaliteit habitats
- Veiligheid

De **troebelheid** in het Eems estuarium zal zonder maatregelen niet verminderen. Door de zeespiegelstijging zal enerzijds de slibimport groter worden en anderzijds de bezinkmogelijkheid voor slib toenemen. Ondanks het sedimenteren van slib in de Dollard zal de troebelheid boven de platen in de Dollard toenemen. Dit is voornamelijk een gevolg van de iets grotere waterdiepte en daardoor ruwere omstandigheden en het hogere slibgehalte op de platen. De troebelheid neemt ook toe boven de meer zandige platen richting open zee maar in mindere mate dan boven de platen in de Dollard.

Areaal groottes van habitats zullen veranderen. Een toename van het kwelderareaal is onzeker ondanks het feit dat de gebieden die geschikt zijn voor kweldervorming goed opslibben. Het zandige plaatareaal in het middendeel en de monding van het estuarium zal afnemen onder invloed van zeespiegelstijging. Het slibrijke plaatareaal in de Dollard blijft vooralsnog meegroeien met de zeespiegelstijging.

De kwaliteit van habitats heeft voor een deel te maken met de sedimentsamenstelling van de bodem. De zandige platen, welke vooral voorkomen in het middendeel en de monding van het estuarium, zullen slibrijker worden. De slikkige platen in de Dollard blijven onveranderd slibbig.

De zeespiegelstijging heeft een direct gevolg voor de **hoogwaterveiligheid** vanwege hogere waterstanden. Door extra sedimentatie van slib op de platen en kwelders in de Dollard zullen de randen van het estuarium de zeespiegelstijging zeer waarschijnlijk voldoende kunnen bijhouden. Deze hogeregebieden aan de rand van het estuarium hebben een golf remmend effect en beïnvloeden de veiligheid in positieve zin zolang het verhoogde voorland aanwezig is. Als de randen van het estuarium de zeespiegelstijging niet voldoende kunnen bijhouden zal de hoogwaterveiligheid minder worden. Belangrijk hierbij is ook te weten dat de Dollard momenteel al hoger ligt dan het gebied achter de dijken en dat dit hoogteverschil in de toekomst alleen maar zal toenemen.

4 Strategieën om de hydromorfologie te verbeteren ten behoeve van ecologie en hoogwaterveiligheid

De autonome hydromorfologische ontwikkeling, zoals berekend met het modelinstrumentarium, laat zien dat de ecologische toestand en hoogwaterveiligheid niet zal verbeteren. Er zijn verschillende strategieën denkbaar om bij te sturen. In een eerdere modelstudie zijn strategieën verkend (Deltares, 2017).

Hieronder wordt voor de verschillende strategieën aangegeven welk effect ze mogelijk hebben op de aspecten ecologie en hoogwaterveiligheid en met name op de criteria troebelheid, areaal habitats, indicaties voor kwaliteit van habitats en veiligheid.

Buitendijkse slibvang

Sedimentatie bevorderende maatregelen buitendijks, zoals luwtestructuren, zorgen voor meer sedimentatie, vastlegging en bescherming tegen erosie van slib op de platen en pionierkwelders. De vertroebeling in het estuarium neemt af en de hoogwaterveiligheid neemt toe door de ontwikkeling van het beschermde voorland van de dijken. Bij voldoende sedimentatie en luwte kunnen wadplaten zich ontwikkelen tot pionierkwelders en kwelders. Omdat er geen netto areaal aan het estuarium wordt toegevoegd geeft dit een verschuiving van wadplaat- naar kwelderareaal. Deze maatregel is met name effectief in de Dollard en in het middengebied. In de Dollard is veel slib aanwezig en wordt gemakkelijk veel slib vastgelegd, wat ook tot uitbreiding van kwelderareaal kan leiden en op termijn tot verlaging van de slibconcentraties in het middengebied. In het middengebied is minder slib aanwezig maar zal een afname van de slibconcentratie in het water eerder tot een verbetering van de primaire productie leiden. De effectiviteit m.b.t. ecologische kwaliteit dient nog nader onderzocht te worden.

Binnendijkse slibvang

Een binnendijkse slibvang is te creëren door een doorsteek in de dijk te maken en een ringdijk aan te leggen. Op veel plekken ligt het polderland enkele meters lager dan de Dollard vanwege inklinking en omdat sedimentatie in de Dollard nog wel optreedt maar in de polders niet meer. Slib aangevoerd vanuit het estuarium sedimenteert in de opengestelde polder en wervelt nauwelijks weer op. De troebelheid in het estuarium neemt hierdoor af. De veiligheid is gebaat bij deze maatregel omdat de opengestelde polder in theorie meegroeit met de zeespiegelstijging. Op het moment dat de polder op hoogte ligt, kan besloten worden het land weer in gebruik te nemen en een andere polder geschikt te maken voor slibvang (wisselpolders). Door het openstellen van het achterland wordt er areaal getijdengebied toegevoegd aan het estuarium.

Voor zowel de buitendijkse als binnendijkse slibvang strategie geldt dat het effect op verlagen van de troebelheid in eerste instantie vooral lokaal zal optreden maar ook daar beperkt merkbaar zal zijn. Afhankelijk van de grootte van de maatregel zal een grootschaliger effect pas na langere tijd merkbaar zijn. Dit heeft o.a. te maken met de buffer aan slib die aanwezig is in de bodem van het gehele estuarium maar ook met de beperkte schaal van de gebieden waarin slib in eerste instantie wordt ingevangen. Bij een voldoende grote schaal en voldoende slibvang zal op termijn altijd een effect worden waargenomen in de rest van het estuarium omdat de gebieden elkaar direct beïnvloeden.

Slib onttrekken

Hieronder wordt verstaan dat gebaggerd (haven)slib aan land wordt gebracht en voor economische-en maatschappelijke doeleinden wordt gebruikt (bijvoorbeeld in een kleirijperij of voor landbouwgrondverbetering). Door het onttrekken van slib wordt het water minder troebel. Dit is een direct en continu effect. Belangrijk is om de slibconcentratie goed te monitoren. De hoeveelheid sediment in het gebied biedt kansen om mee te groeien met de zeespiegelstijging door de hoeveelheid te onttrekken slib

af te stemmen op de hoeveelheid die nodig is voor natuurlijke aanslibbing. Belangrijk aandachtspunt is om de langetermijn ontwikkelingen (toekomstvoorspellingen) en -effecten (via monitoring) in de gaten te houden. Een zelfde initieel effect m.b.t. vermindering troebelheid kan worden bereikt door havenslib niet meer te baggeren en niet meer te verspreiden. Dit effect is echter tijdelijk. Na enige tijd is er in de havens geen ruimte voor sedimentatie meer en zal het troebelheid verlagende effect niet meer optreden.

Slib verspreiden op zee

Gebaggerd slib wordt hierbij niet verspreid in het estuarium of op land gebracht maar verder op zee verspreid, buiten het invloedsgebied van het estuarium. De troebelheid in het estuarium zal hierdoor afnemen. Het slib blijft wél beschikbaar in de Waddenzee of elders om daar te sedimenteren op platen en kwelders. Het is echter niet beschikbaar binnen het estuarium voor sedimentatie op platen. Het verspreiden op zee heeft mogelijk gevolgen voor de ecologie aldaar.

Omdat het slibgehalte in de bodem en in het water gekoppeld zijn: een verandering in de een zal ook tot een verandering in de ander leiden, geldt voor alle strategieën waarbij slib wordt ingevangen of onttrokken dat er effecten op het slibgehalte in de bodem zullen zijn. Wat betreft de strategie voor binnendijkse, buitendijkse slibvangst, slib onttrekken en slib verspreiden op zee geldt dat in eerste instantie vooral lokaal de effecten zullen optreden. Voor de strategieën binnendijkse en buitendijkse slibvangst, die gericht zijn op het invangen van sediment is het de verwachting dat het slibgehalte in de bodem in de nabijheid van de slib-ontvangstgebieden merkbaar zal afnemen. Dit is een verschil met de troebelheid die sterk variabel is in de tijd waardoor veranderingen moeilijk te meten zijn en de veranderingen dus minder merkbaar zijn. De strategieën onttrekken slib en verspreiden op zee zijn niet gericht op het invangen van sediment. In de directe omgeving van de onttrekking zal het slibgehalte van de bodem merkbaar kunnen afnemen. Voor alle strategieën geldt dat de doorwerking naar de rest van het estuarium een aspect is van de lange termijn met de nodige onzekerheden.

Sedimentmanagement met zand

Zand is in ruime mate aanwezig maar, zoals eerder aangegeven, zullen zandige delen meer moeite hebben om de zeespiegelstijging bij te houden dan de slibrijke delen. Het onttrekken van zand aan het systeem is daarmee onwenselijk. Wel kan zand, dat wordt gebaggerd uit de vaargeul, gebruikt worden binnen het estuarium. In de eerdere maatregelenstudie is gebleken dat het beïnvloeden van de getijdynamiek door middel van specifieke zandstortingen nauwelijks effect heeft op de hydrodynamica en de troebelheid. Wél zou het storten op plaatranden van zandige platen zoals Hond-Paap bevorderlijk kunnen zijn voor het behoud van plaatareaal en de kwaliteit. In de Westerschelde en Oosterschelde zijn sinds 2010 plaatrandstortingen en suppleties uitgevoerd waarvan de hierbij opgedane kennis en ervaring toegepast kan worden in de Eems-Dollard.

Overige maatregelen

Vanuit Duitse zijde wordt er ook gekeken naar verschillende strategieën. Deze zijn allemaal bedoeld om de troebelheid te verlagen op de Eemsrivier en niet per sé in het estuarium. Welke strategieën ingezet gaan worden en hoe deze doorwerken op het estuarium is nog onbekend.

5 De dilemma's

Het huidige streefbeeld gaat uit van de volgende aspecten:

- Natuurlijkheid
- Voldoende voedsel aan de basis in de Dollard
- Voldoende voedsel aan de basis in het middendeel
- Behoud van plaatareaal
- Toename kwelderareaal

Behalve op het aspect Natuurlijkheid zullen op alle andere aspecten knelpunten ontstaan om het streefbeeld te halen zonder inzet van verdere maatregelen (de strategieën). Door de inzet van strategieën komt meteen ook het aspect Natuurlijkheid in het geding. Daarnaast zijn niet alle aspecten uit het huidige streefbeeld tegelijkertijd haalbaar. De volgende dilemma's ontstaan hierbij op de aspecten uit het streefbeeld en op de criteria waar de maatregelen op worden getoetst.

Herstel natuurlijke dynamiek versus ingrijpen

Natuurlijke dynamiek is van groot belang in een estuarium. Door historische ingrepen en huidig beheer is de natuurlijke dynamiek verstoord. Herstel van de oorspronkelijke situatie is nagenoeg onmogelijk en zal grote gevolgen hebben voor maatschappelijke functies. De hier beschouwde strategieën vragen altijd om fysiek ingrijpen en zijn gericht op het creëren van gunstige randvoorwaarden voor ecologie en hoogwaterveiligheid op basis van kennis van natuurlijke processen. Hierbij blijven de primaire maatschappelijke functies van het estuarium belangrijk.

Onttrekken van slib versus meegroeien met de zeespiegelstijging

Het onttrekken van slib uit het estuarium (door het op land te brengen óf ver op zee te verspreiden) heeft een direct en continu ecologisch gewenst effect op de troebelheid en de verslibbing van platen. Het onttrekken van te grote hoeveelheden slib leidt echter tot minder sedimentatie in intergetijdengebieden en kan op termijn ook leiden tot een verminderd vermogen van de slibrijke gebieden en platen om mee te groeien met de zeespiegelstijging. Als de platen door het onttrekken niet goed genoeg kunnen meegroeien, verliezen de dijken een deel van hun voorland en is er meer golfaanval op de dijken.

Buitendijkse slibvang – Areaal habitats versus kwaliteit

Door het versterken van buitendijkse slibvang in de Dollard om de troebelheid te verminderen zal het kwelderareaal naar verwachting toenemen ten koste van het areaal wadplaten. Een afname van het areaal wadplaten past niet bij het huidige streefbeeld. Momenteel is nog niet bekend vanaf welke oppervlakte dit gevolgen heeft voor de aan wadplaten gebonden natuur; bv de draagkracht voor vogels.

Buitendijkse slibvang versus binnendijkse slibvang

Buitendijkse slibvang kan even effectief zijn als binnendijkse slibvang maar is meestal minder effectief gezien de hogere ligging van het buitendijkse gebied. Zolang buitendijkse slibvang geen nadelige gevolgen heeft voor de bestaande natuur in de Dollard (zie vorig punt), dan is buitendijkse slibvang relatief eenvoudig met veel draagvlak te realiseren. Binnendijkse slibvang voegt areaal toe aan het estuarium, maar stuit op binnendijks aanwezige belangen en kent hogere kosten. Binnendijkse slibvang is alleen haalbaar als er ook andere belangen, zoals veiligheid, ruimtelijke kwaliteit en leefbaarheid, mee zijn gediend.

Een herijking van het streefbeeld is nodig op basis van de keuzes die gemaakt worden t.a.v. de dilemma's en op basis van de nieuw vergaarde kennis omtrent de morfologische ontwikkeling en ecologie van het estuarium. Het blijft hierbij belangrijk de vinger aan de pols te houden en ontwikkelingen te monitoren zodat tijdige bijsturing mogelijk is. Belangrijk is ook altijd het aspect tijd mee te nemen. In

het begin kunnen veelal meerdere doelen tegelijkertijd bediend worden. Op langere termijn kan dit niet altijd meer en zijn duidelijke keuzes nodig.

6 Kennisleemtes

De toekomstvoorspelling laat zien dat de zandige platen lager en kleiner worden en dat de Dollard vooralsnog redelijk zal kunnen meegroeien met de zeespiegelstijging. Er moet dan wel voldoende sediment beschikbaar zijn om mee te kunnen groeien. In de dilemma's wordt al gesteld dat er mogelijk een maximum is wat betreft de hoeveelheid slib die uit het estuarium gehaald kan worden opdat er voldoende over blijft voor de platen in de Dollard en de zandige platen in het middendeel. Tegelijkertijd is nog onduidelijk in welke mate het slib wel vastgelegd wordt op de platen en pionierkwelders. Als vegetatie zich kan ontwikkelen zal dit zeker kunnen bijdragen aan het vastleggen van slib. Dit kan verder onderzocht worden via veldexperimenten en eventueel met (of gekoppeld aan) modelberekeningen. Voor modelberekeningen geldt dat er nog veel onzekerheden bestaan, vooral wat betreft de lange termijn respons van platen en geulen op zeespiegelstijging. Hier dient bij het gebruik goed rekening mee te worden gehouden. Vanuit het uitgevoerde onderzoek en de strategieën en dilemma's die in voorliggend document worden benoemd komen twee thema's naar voren, Morfologische Ontwikkeling en Troebelheid, met onderliggende kennisvragen. Het scherper krijgen van de antwoorden op deze kennisvragen zal helpen in het opstellen van de toekomstvisie voor het Eems-Dollard gebied. Voor de herijking van het streefbeeld is een antwoord op deze kennisvragen nog niet nodig. Wel is het belangrijk om ook bij het herijken van het streefbeeld rekening te houden met deze kennislacunes.

- Morfologische ontwikkeling
 - Wat is de autonome morfologische ontwikkeling van het gebied bij zeespiegelstijging
 - Hoe is de huidige morfologische ontwikkeling op basis van veldgegevens. Wat is de ontwikkeling van platen en geulen geweest (morfologie en sedimentsamenstelling) in het Eems-Dollard gebied de afgelopen 30 jaar.
 - Effect van vegetatie op de morfologische ontwikkeling bij zeespiegelstijging in het Eems-estuarium
 - Waarom komt kwelderontwikkeling niet verder op gang in de Dollard
 - Wat is de rol van kwelders in meegroeien met de zeespiegelstijging en hoogwaterveiligheid
 - Hoe kan plaat- en kwelderontwikkeling worden bevorderd
 - Heeft het beheer van kwelders invloed op de ontwikkeling
 - Hoeveel slib is nodig om mee te groeien met de zeespiegelstijging
 - Kan je met specifiek bagger- en stortbeleid de gewenste morfologische ontwikkeling stimuleren, bijvoorbeeld plaatrandsuppleties uitvoeren bij Hond-Paap
- Vertroebeling
 - Wat is het effect van zeespiegelstijging op de vertroebeling
 - Hoeveel slib kan er uit het systeem worden gehaald zonder negatief effect te hebben op het meegroeien en de bodemsamenstelling
 - Heeft het onttrekken van slib effect op aangrenzende systemen zoals de Waddenzee en de Eemsrivier en welk effect hebben de aangrenzende systemen op het Eems estuarium.
 - Hoe snel reageert de morfologie en de slibconcentratie op onttrekken
 - Wat is de rol van de Eemsrivier in de sedimenthuishouding van het estuarium

7 Colofon

Voorliggend document is gebaseerd op de volgende rapporten:

Pierik, H.J., F.S. Busschers, M.G. Kleinhans (2018) *De rol van resistente lagen in de historische morfologische ontwikkeling van het Eems-Dollard estuarium vanaf de 19e eeuw, Universiteit Utrecht, Departement Fysische Geografie, conceptrapport i.o. Rijkswaterstaat WVL ten behoeve van het ED2050 programma.*

Van Maren, D.S, Schrijvershof, R., Vroom, J. (2019) *Hydromorfologische verbetering ED2050. Optimalisatie morfologisch model. Deltares rapport 11202245-000-ZKS-0003*

Van Maren, D.S., en Herman, P. (2019) *Deltares visie slibgehalte Eems Dollard*

V.N. De Jonge (2019) *De rol van 'context' bij de interpretatie van historische data over baggeren en zwevend materiaal met betrekking tot het Eems estuarium*

Alle teamleden van het expert-team HV ED2050 hebben bijgedragen aan de totstandkoming van voorliggend paper.

Expert-team HV ED2050

Dr. Bas van Maren (Deltares)

Prof. Dr. Maarten Kleinhans (Universiteit Utrecht)

Ir. Herman Mulder (RWS WVL)

Ir. Charlotte Schmidt (RWS WVL)

Dr. Petra Dankers (Royal HaskoningDHV)

Drs. Wouter Iedema (RWS NN)