



waddenacademie

PROGRAMMA **NAAR EEN  
RIJKE WADDENZEE**



# Rapport Tweede Kennistafel Spoelmeer Holwerd aan Zee

# Rapport van de Tweede Kennistafel 'Spoelmeer Holwerd aan Zee

2 december 2016

## Auteurs:

- Prof. Dr. Ir. P. Vellinga (voorzitter)
- Dr. M.J. Baptist
- Drs. H. Danel
- Prof. Dr. P. Herman
- Drs. T. Ietswaart
- Dr. T. van Kessel
- Drs. E. Lofvers
- Ir. H. Mulder
- Prof. Dr. Ir. L. Van Rijn
- Dr. C.A. Schmidt
- Drs. J. Zijlstra
- Drs. H. Sas en W. van der Zee (rapporteurs)

## In opdracht van:

PROGRAMMA **NAAR EEN  
RIJKE WADDENZEE**



waddenacademie



## Samenvatting

Het baggervolume in de vaargeul naar Ameland is sinds ruwweg het begin van deze eeuw zeer sterk toegenomen. De baggerkosten zijn navenant gestegen. Van diverse kanten is geopperd dat een getijdebekken bij Holwerd de vaargeul regelmatig door kan spoelen (vandaar de hier gebezigde term 'spoelmeer'), zodat het baggervolume zou worden verminderd. Deze gedachte sluit aan bij het initiatief 'Holwerd aan Zee', dat beoogt Holwerd en het Friese achterland weer te verbinden met de Waddenzee. Een spoelmeerfunctie zou voor grote extra maatschappelijke baten van Holwerd aan Zee kunnen zorgen.

De provincie Fryslân heeft daarom aan Programma naar een Rijke Waddenzee en de Waddenacademie al in 2015 gevraagd om een brede expertsessie ('Kennistafel') te organiseren over het vraagstuk. De belangrijkste bevinding van die Kennistafel was dat een spoelmeer voor circa 50% bij zou kunnen dragen aan de vermindering van het baggerbezwaar in de vaargeul, met hieraan toegevoegd dat het een "expert judgement" betrof, te verifiëren door middel van onderzoek met een hydraulisch-morfologisch model (zie Vellinga et al 2015).

Inmiddels is in het kader van het Open Plan Proces veerverbinding Holwerd-Ameland in opdracht van Rijkswaterstaat een hydraulische modelanalyse van de vaargeulproblematiek en de spoelmeerwerking uitgevoerd, gekoppeld aan een meetprogramma van waterbewegingen en sedimentsamenstelling. Aan de experts van de Kennistafel is mede daarom gevraagd of de conclusies van dit onderzoek door hen gedeeld worden en wat nog belangrijke openstaande vragen of kwesties zijn.

De vraagstelling voor de Kennistafel is louter gericht op de fysische en civieltechnische kant van de baggerproblematiek en de mogelijke inwerking van het samenspel van spoelmeer en verbindingsgeul daarop. De Kennistafel heeft zich derhalve niet uitgesproken over de ecologische, economische en/of maatschappelijke wenselijkheid, c.q. haalbaarheid van mogelijke oplossingen.

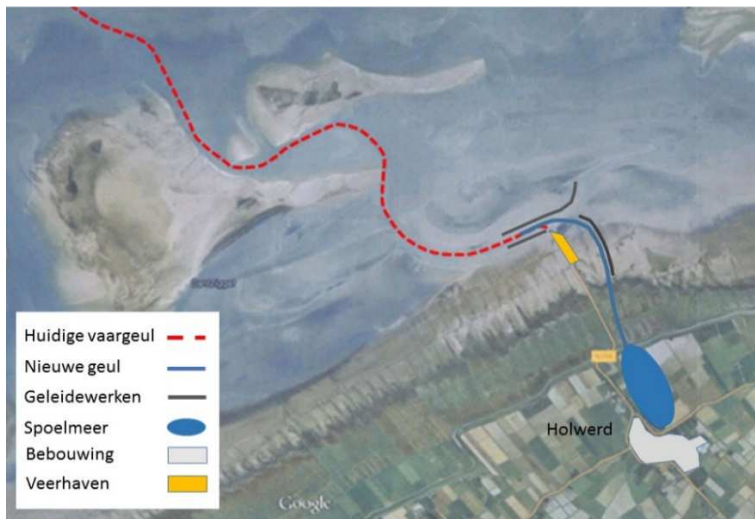
De Kennistafel deelt de bevindingen van het onderzoek dat is verricht in het kader van het Open Plan Proces en concludeert, mede op basis hiervan, het volgende:

1. Het toenemende baggerbezwaar in de vaargeul Holwerd-Ameland is het gevolg van drie verschillende mechanismen: de autonome morfologische ontwikkelingen, de verandering van het baggerregime in 2010 en, in mindere mate, het type veerboot waarmee gevaren wordt.
2. Een spoelmeer kan bijdragen aan het oplossen van deze problematiek, maar alleen als de waterstroom uit het spoelmeer daadwerkelijk door de vaargeul gaat lopen. Gezien de positie van de vaargeul nabij het wantij en de lage plaatligging in het gebied kan het spoelwater uitwaaiëren over een breder gebied en in dat geval de geul onvoldoende schoonspoelen. Daarmee zou een spoelmeer minder effectief zijn dan aanvankelijk ingeschat. Daar komt bij dat, bij de bestaande geulligging, het water uit het spoelmeer bij de kop van de veerdam een haakse bocht moet maken. Geleidewerken die het spoelwater binnen de vaargeul houden, in het eerste gedeelte van die geul, zullen daarom de effectiviteit mogelijk kunnen vergroten. De Kennistafel heeft drie hoofdvarianten voor geulliggingen en geleidewerken globaal vormgegeven (zie hieronder).
3. De effectiviteit van de spoelmeerfunctie kan verder worden verbeterd door vergroting van de breedte van het doorlaatmiddel, verkorting van de tijd dat het doorlaatmiddel open staat, vergroting van het oppervlak van het spoelmeer en eventueel ook door verandering van het beginmoment van spoelen ten opzichte van het getij.

De ruimtelijke varianten aangeduid onder conclusie 2 zijn de volgende.

### Bestaande geul +

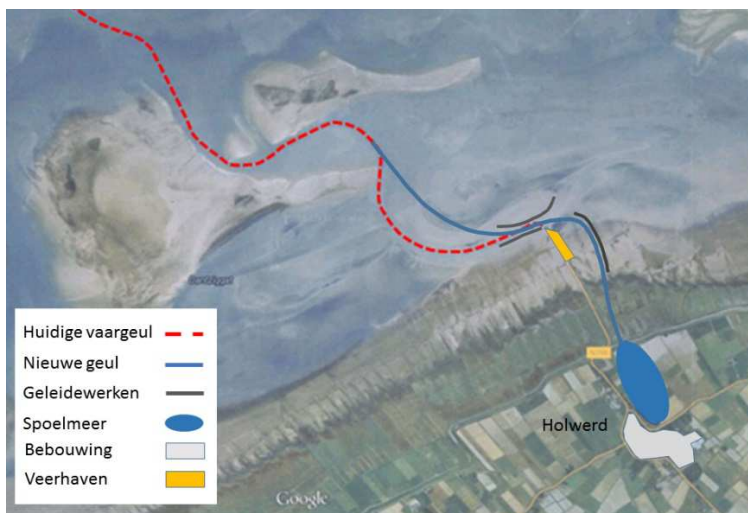
Het spoelmeer wordt hierbij met geleidedammen aangesloten op de bestaande vaargeul. Deze zijn hoog genoeg om het over de platen wegstromen van water uit het spoelmeer te voorkomen. Om bochterosie en meandering zoveel mogelijk tegen te gaan vindt dit met vloeiend bochtenwerk plaats, gecombineerd met een versterkte geulwand aan de noordkant. Ook is waarschijnlijk een ophoging, c.q. versterking langs de zuidkant van de vaargeul nodig om meandering tegen te gaan. Locatie, oriëntatie, lengte en hoogte van de geleidedammen zijn nader te bepalen.



**Bestaande geul+:** Spoelmeervariant met geleidedwerken bij bestaande vaargeul.

### Bochtafsnijding

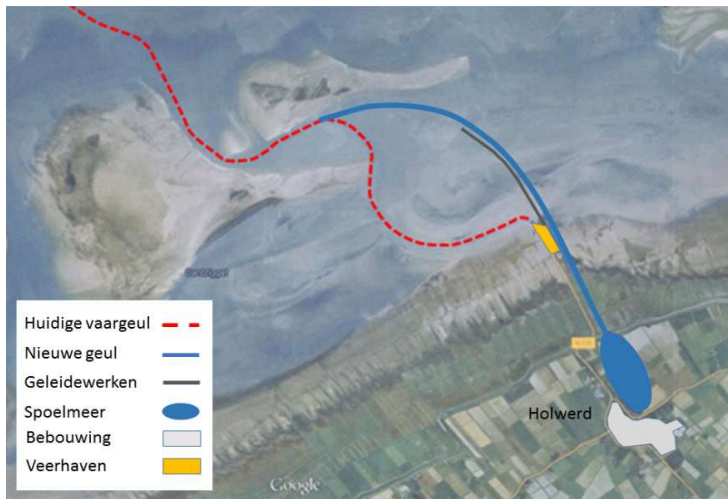
Voor deze variant is gekozen vanwege een gunstigere oriëntatie ten opzichte van de verbindingegeul naar het spoelmeer. Hierbij zal ook enige verkorting van de vaartijd optreden. In deze variant zijn nog steeds geleidedwerken nodig om ervoor te zorgen dat de stroming uit het spoelmeer door de vaargeul gaat lopen en de geul gefixeerd wordt. Locatie, oriëntatie, lengte en hoogte van de geleidedammen zijn ook in dit geval nader te bepalen.



**Bochtafsnijding:** Spoelmeervariant met geleidedwerken bij bochtafsnijding vaargeul.

## Langspoel +

De derde beschouwde variant is die waarbij de in het Open Plan proces gemodelleerde Langspoel variant wordt voorzien van een of meer geleidedammen. In de Figuur hieronder is een variant getoond waarbij een geleidedam alleen aan de westkant van de vaargeul wordt aangelegd. Dit om het getij toegang te geven aan de platen aan de oostkant ervan. Voor de spoelmeerfunctie als zodanig zijn geleidedammen aan weerszijden van de vaargeul uiteraard effectiever. Mogelijk vindt in dat geval het getij op den duur zijn weg naar de oostelijk gelegen platen. Welke subvariant uiteindelijk algeheel het beste is, dient derhalve nader te worden bepaald. Locatie, oriëntatie, lengte en hoogte van de geleidewerken zijn wederom nader te bepalen.



**Langspoel +:** Spoelmeervariant met Langspoel-optimalisatie voor vaargeul.

De Kennistafel beveelt aan om:

- Deze globaal vormgegeven ruimtelijke varianten op een pragmatische manier nader uit te werken, in combinatie met de optimalisatiemogelijkheden bedoeld onder conclusie 3.
- Nieuwe modeloefeningen uit te voeren met deze gecombineerde spoelmeeropties, om ze te analyseren op hun algehele effectiviteit in de vermindering van het baggerbezwaar in de geul Holwerd-Ameland en aldus de maximaal haalbare bijdrage van deze opties te verkennen.
- Effectief gebleken gecombineerde spoelmeeropties nader te analyseren op sociaal-economische en ecologische effecten en op randvoorwaarden gesteld door wet- en regelgeving.

Natuurlijk zijn ook andere oplossingen voor de baggerproblematiek bij Holwerd mogelijk, waarbij gekozen wordt voor andere manieren van baggeren, andere veerboten en/of vaarregime. Deze vallen echter buiten het bereik van de spoelmeerwerking en dus ook van de onderhavige Kennistafel.

## 1. Context

De opgave voor de Kennistafel Spoelmeer Holwerd aan Zee komt voort uit het initiatief Holwerd aan Zee. Dit initiatief beoogt Holwerd en het Friese achterland via het water te verbinden met de Waddenzee. Hierdoor wordt het gebied aantrekkelijker voor (vaar)recreanten en krijgt de lokale economie een forse impuls. Ook zijn er natuurvoordelen. Belangrijke onderdelen om dat mogelijk te maken zijn een binnendijks getijdebekken, een doorlaatmiddel in de dijk en een verbindingsgeul aan de oostzijde van de aanlandingspier voor het veer Holwerd-Ameland.

Een uitgebreidere beschrijving van dit initiatief wordt gegeven op [www.holwerdaanzee.nl](http://www.holwerdaanzee.nl). Een schets van de voor de Kennistafel relevante onderdelen, met ook de vaargeul naar Ameland ingetekend, is weergegeven in figuur 1.



**Figuur 1:** Satellietweergave van Holwerd en omgeving, met de vaargeul naar Ameland (rood) en het samenstel van getijdebekken en verbindingsgeul (beide blauw) schematisch ingetekend.

## 2. Opgave en doel van de Kennistafel

Het baggervolume in de vaargeul naar Ameland is sinds ruwweg begin deze eeuw zeer sterk toegenomen. De baggerkosten zijn navenant gestegen. Van diverse kanten is geopperd dat een getijdebekken bij Holwerd de vaargeul regelmatig door kan spoelen (vandaar de hier gebezigde term 'spoelmeer'), zodat het baggervolume zou worden verminderd. Bij gelijkblijvende of toenemende prognose van het baggervolume zou de spoelmeerfunctie zodoende voor grote extra maatschappelijke baten van Holwerd aan Zee kunnen zorgen.

De provincie Fryslân heeft daarom aan Programma naar een Rijke Waddenzee en de Waddenacademie al in 2015 gevraagd om een expertsessie ('Kennistafel') te organiseren over het vraagstuk. De belangrijkste bevinding van die Kennistafel was dat een spoelmeer voor circa 50% bij

zou kunnen dragen aan de vermindering van het baggerbezwaar in de vaargeul, met hieraan toegevoegd dat het hier gaat om een “expert judgement” waarbij onderzoek met hydraulisch-morfologische modellen noodzakelijk werd geacht om deze bevinding te verifiëren (zie Vellinga et al., 2015).

Inmiddels is in het kader van het Open Plan Proces veerverbinding Holwerd-Ameland een modelanalyse van de vaargeulproblematiek en de spoelmeerwerking uitgevoerd (Herman et al., 2016). Aan de Kennistafel is gevraagd of de conclusies van dit onderzoek gedeeld worden en wat nog belangrijke openstaande vragen of kwesties zijn.

Bij deze tweede Kennistafel zijn daarom de bevindingen van dit onderzoek gepresenteerd (door achtereenvolgens P. Herman en L. van Rijn) en besproken, waarna een open discussie werd gevoerd over openstaande vragen, met name over het verder optimaliseren van de spoelmeerwerking.

Het eerste deel van dit verslag bestaat uit een analyse van de autonome morfologische ontwikkeling in het gebied en de huidige baggerpraktijk, aan de hand van de presentatie van P. Herman (zie par. 4). Daarna wordt de analyse van diverse oplossingsvarianten voor de problematiek beschreven, waaronder ook een spoelmeer bij Holwerd, aan de hand van presentaties van achtereenvolgens P. Herman en L. van Rijn (zie par. 5). In par. 6 wordt het resultaat van de open vervolgdiscussie beschreven, met suggesties voor nader uit te werken varianten en in par. 7 volgen conclusies en aanbevelingen.

De vraagstelling voor de Kennistafel is, net als bij de eerdere, louter gericht op de fysische en civieltechnische kant van de baggerproblematiek en de mogelijke inwerking van het samenstel van spoelmeer en verbindingsgeul daarop. De Kennistafel heeft zich derhalve niet uitgesproken over de ecologische, economische of maatschappelijke wenselijkheid van mogelijke oplossingen. De veerverbinding Holwerd-Ameland, in zijn huidige configuratie, is bij de analyse als een gegeven beschouwd.

### 3. Deelnemers

De Kennistafel is gehouden in het Huis voor de Wadden, op 2 november 2016. De volgende deskundigen hebben eraan deelgenomen:

- Dr. M.J. Baptist
- Drs. H. Danel
- Prof. Dr. P. Herman
- Dr. Ir. T. van Kessel
- Drs. E. Lofvers
- Ir. H. Mulder
- Prof. Dr. Ir. L. van Rijn
- Ir. C.A. Schmidt

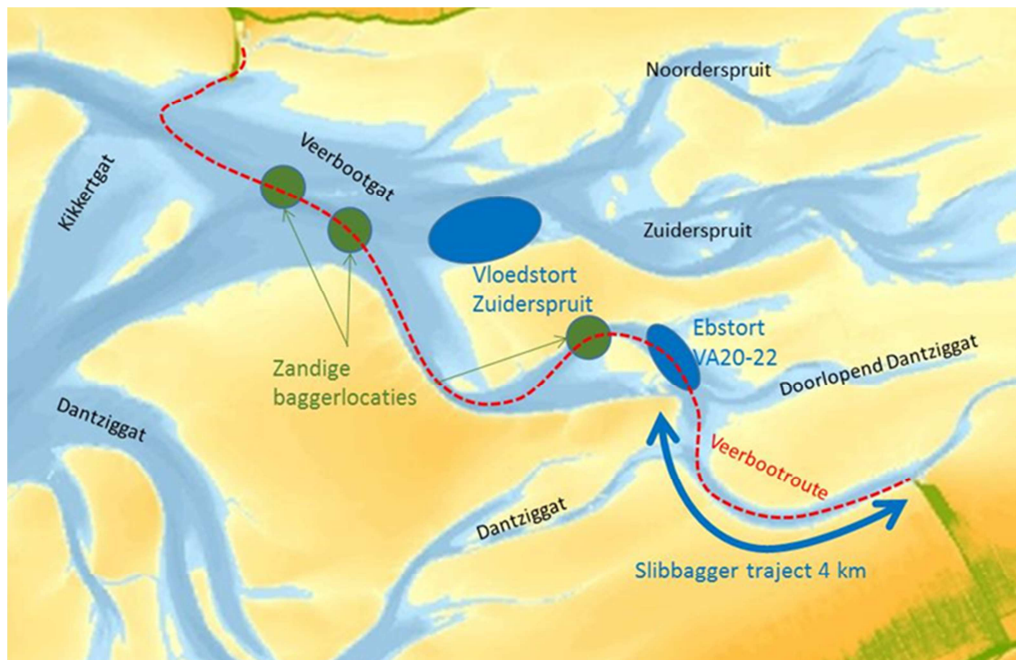
Vanwege het maatschappelijk belang van het vraagstuk waren tevens T. Ietswaart (provincie Fryslân, lid van het projectteam Holwerd aan Zee) en J. Zijlstra (lid van het projectteam Holwerd aan Zee) aanwezig. W. van der Zee (stagiair bij Arcadis) fungeerde als toehoorder en heeft geassisteerd bij het opstellen van het verslag.

De Kennistafel stond onder voorzitterschap van P. Vellinga (portefeuillehouder Klimaat en Water van de Waddenacademie) en als secretaris fungeerde H. Sas (teamlid van het Programma naar een Rijke Waddenzee).

#### 4. Morfologische ontwikkeling

In het algemeen kan gesteld worden dat voor een gegeven kombergingsgebied een relatie bestaat tussen de doorsnede van geulen en de het kombergingsvolume dat zij voeden. In de omgeving van Holwerd kent het kombergingsgebied een trend van doorgaande netto ophoging ten opzichte van de gemiddelde zeespiegel (ondanks de zeespiegelstijging). Mede daardoor nemen waterstromsnelheden en de natuurlijke doorsnede van alle geulen in het gebied, en dus ook van de vaargeul, trendmatig af. Daar komt bij dat de ligging van de geulen verandert in de tijd, waarbij de bochten van de ebgeul uitdijen. De uitdijning in de voorlaatste bocht naar de veerhaven Holwerd, zorgt voor een verlenging van de geul. Door deze verlenging daalt het aanwezige bodemverhang, zodat waterstromsnelheden in de geul nog verder afnemen.

Door deze natuurlijke tendensen moet de geul kunstmatig op breedte en diepte worden gehouden, door baggeren. Het baggeren concentreert zich in de laatste bocht naar de veerhaven van Holwerd, over een lengte van circa 4 km. Zie figuur 2.



**Figuur 2:** Vaargeul Holwerd-Ameland met baggertraject en stortlocaties (uit de presentatie van P. Herman).

Vanaf ongeveer het jaar 2000 doet zich een sterke toename van het baggerbezwaar voor. In 2015 was het baggerbezwaar gestegen tot 1.8 miljoen m<sup>3</sup>. Het baggeren gebeurt tegenwoordig vrijwel continu, waarbij de terugkomsttijd van het baggerschip per locatie rond de 9 dagen bedraagt.

Waargenomen is dat de veerboten bij hun passage door de vaargeul het water en daarin gesuspendeerd sediment naar opzij wegduwen, mogelijk ook over de plaatranden heen. Na passage van de veerboot en ook bij vloed kan een deel ervan (inclusief zand van de plaatranden) weer in de vaargeul terechtkomen. De waterjets gebruikt voor de aandrijving woelen bovendien het sediment op, vooral in het midden van de vaargeul. Als resultaat hiervan blijft het midden van de geul redelijk op diepte en wordt vooral langs de rand van de geul gebaggerd.



Stort van het baggerslib vindt voor 1/3 plaats tijdens vloed in de Zuiderspruit (locatie aangegeven in figuur 2). Tijdens eb wordt de overige 2/3 dichtbij in de vaargeul zelf gestort (zie eveneens figuur 2 voor deze locatie), om het met de ebstroom 'weg te laten vloeien'.

In het gebaggerde deel van de vaargeul zijn metingen aan waterstroomsnelheden en sedimentconcentraties gedaan. Deze wijzen uit dat de vloedstroom daar groter is ( $<0.6$  m/s) dan de ebstroom ( $<0.4$  m/s). Aangezien meer sediment in suspensie gehouden wordt naarmate de watersnelheid hoger is, resulteert dit in een netto import van sediment. De bijbehorende maximale sedimentconcentraties in het water bedragen ca. 1.5 g/l tijdens vloed en ca. 0.5 g/l tijdens eb. Een extra verklaring voor deze zeer lage eb concentraties is de relatief lange periode van afwezigheid van stroming na vloed in dit deel van de vaargeul. Hierdoor heeft het sediment, waarin ook een relatief veel fijn zand voorkomt, genoeg tijd om te bezinken en daaropvolgend te consolideren. Het zand is mogelijk afkomstig van de plaatranden, via het hierboven aangegeven mechanisme.

Mede daardoor is er meestal geen sprake van fluid mud (in tegenstelling tot de veronderstelling van de eerste Kennistafel) in de vaargeul. Dit gegeven is bevestigd door middel van echolodgingen, uitgevoerd in 2016.

Uit de bovenstaande beschrijving kan geconcludeerd worden dat de mogelijke oorzaak voor het toenemende baggerbezwaar het gevolg is van meerdere processen. Gezocht moet worden in de volgende richtingen of combinaties hiervan:

1. Natuurlijke morfologische ontwikkelingen:
  - a. De vaargeul bij Holwerd wordt trendmatig smaller en ondieper, doordat de wadbodem in het gebied langzaam maar zeker omhoogkomt.
  - b. De vloodsnelheden in de vaargeul zijn groter dan de ebsnelheden: het aangevoerde sediment stroomt hierdoor slechts beperkt weg.
2. Het opgebaggerd sediment wordt relatief dichtbij gestort, bij eb, en kan waarschijnlijk snel terugkeren bij vloed. Wellicht is er sprake van een beperkte hoeveelheid sediment die zeer vaak wordt 'gerecycled'. Er is echter meestal geen sprake van fluid mud vorming.
3. Geul-plaat interactie: de effectieve breedte waarover de vaargeul sediment invangt is groter dan de breedte van de geul zelf.
4. Effect van de veerboot zelf: die woelt het sediment op en duwt het opzij. De waterjets spelen mogelijk een belangrijke rol bij het opwoelen. Scheepsgolven kunnen mogelijk ook materiaal van de plaat verzamelen in de geul.

De processen 1 en 2 hebben waarschijnlijk een grotere invloed op de geconstateerde stijging van het baggerbezwaar dan 3 en 4.

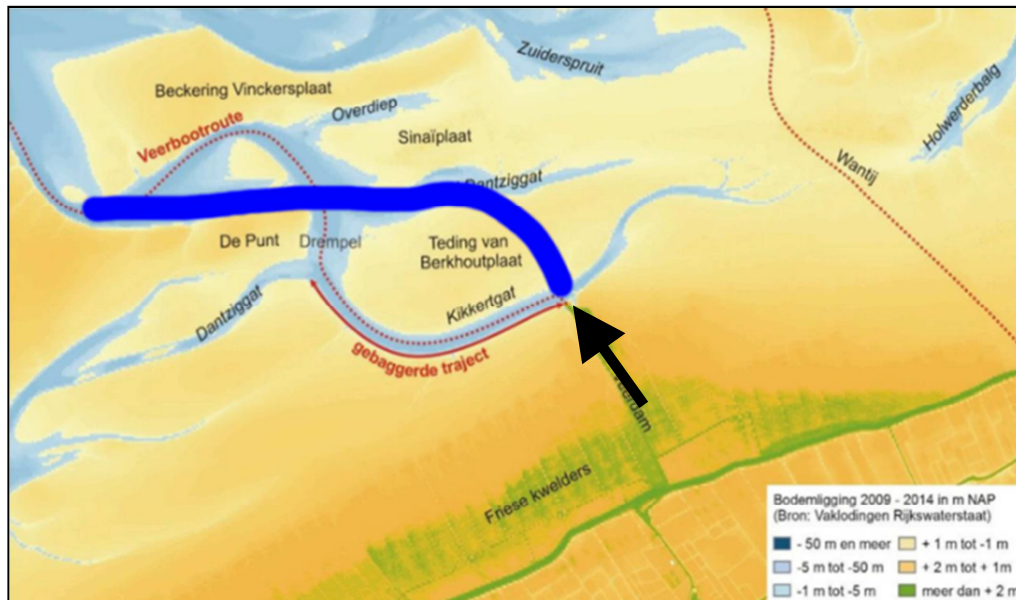
De Kennistafel kan zich door de presentatie van de gegevens en modelbevindingen, en de daaropvolgende discussie, vinden in deze conclusies.

## **5. Effect van de in het Open Plan Proces onderzochte spoelmeervariant**

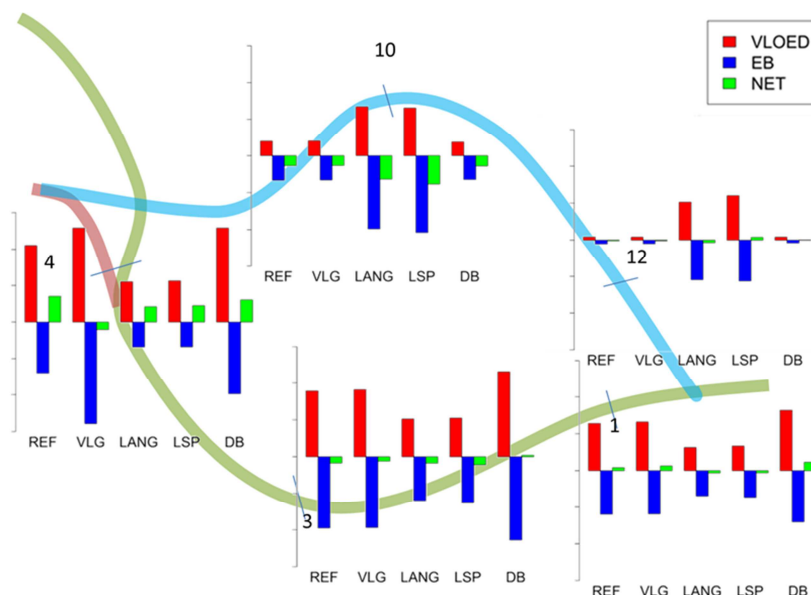
Gegeven de ontwikkelingen in het baggerbezwaar in de vaargeul van Ameland naar Holwerd en het initiatief Holwerd aan Zee, is in het kader van het Open Plan Proces gezocht naar een integrale oplossing, waarbij een modelsimulatie van de werking van een spoelmeer bij Holwerd is uitgevoerd. Daarbij is de zogenaamde 'Lang' variant geanalyseerd, waarin de plaat aan de noordzijde van de vaargeul denkbeeldig is uitgegraven. Het doel hiervan is tweezijdig: het vergroten van het debiet door de vaargeul en het vergroten van de ebstroomsnelheid.

Aan de hand van hydrodynamische Delft3D modelberekeningen heeft Deltares de effectiviteit van de toevoeging van een spoelmeer aan de 'Lang' variant onderzocht. Deze variant is gekozen omdat de vaargeul daarbij in het verlengde van de verbindingsgeul naar het spoelmeer zou komen te liggen. Dat

werkt in beginsel gunstig door op de werking van het spoelmeer. De resulterende variant is 'Langspoel' genoemd. Hiertoe is de waterstroom die uit de verbindingsgeul tussen vaargeul en spoelmeer stroomt gemodelleerd, bij een aangenomen oppervlak van het spoelmeer van 35 ha en breedte van het doorlaatmiddel in de dijk van 6,6 m. Het hieruit resulterende debiet fungeert als randvoorwaarde voor het model, zie Figuur 3 (de zwarte pijl is de denkbeeldige uitstroom uit het spoelmeer plus de verbindingsgeul van spoelmeer naar vaargeul).



**Figuur 3:** Variant Langspoel, met uitstroom uit denkbeeldig spoelmeer en verbindingsgeul, bij de zwarte pijl (uit de presentatie van P. Herman).



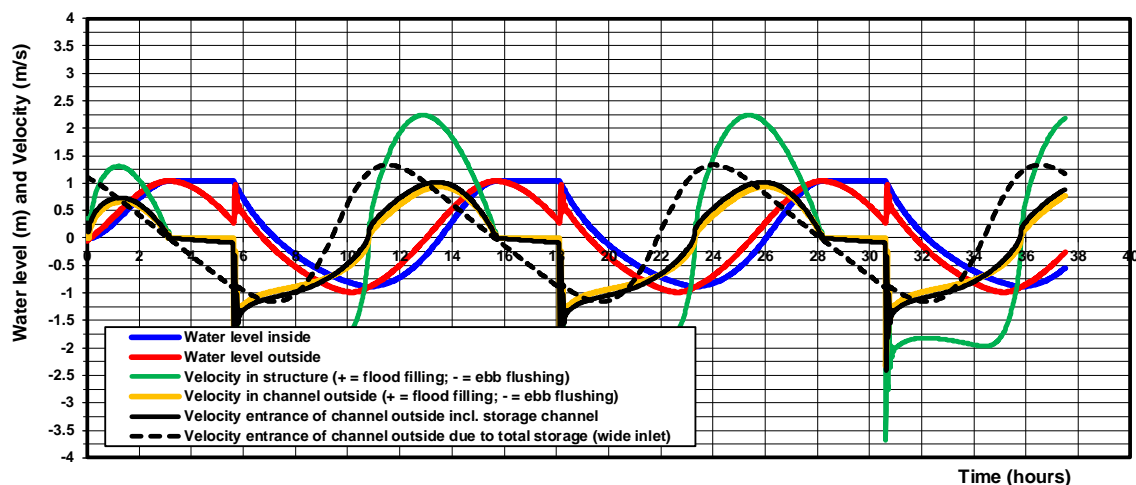
**Figuur 4:** Resultaten van de modelberekeningen, bij diverse geuldoorsneden en geulvarianten. Op de verticale as staan de gemodelleerde getijvolumes; LSP = variant Langspoel (uit de presentatie van P. Herman).

De resultaten van de modelberekening laten een marginaal spoelmeereffect zien op de getijvolumes en daardoor de stroomsnelheden in de (deels denkbeeldige) geulen in het gebied, zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**4 (vergelijk variant 'Langspoel' met 'Lang').

De geringe extra stroomsnelheid is niet voldoende om een eroderend effect op het sediment te veroorzaken. Een belangrijke oorzaak voor het geringe - berekende - effect van het spoelmeer is dat, bij de gehanteerde instelling van het spoelregime, het uitstromende water over de platen uitwaaiert nadat het uit de verbindingsegul komt. Dat komt doordat wadplaten van nature vrij laag zijn. Er kan niet gerekend worden op het dusdanig snel autonoom ophogen van de platen in het gebied dat dit de werking van een spoelmeer op korte termijn afdoende gunstig zou beïnvloeden.

Een tweede reden voor het geringe spoelmeereffect dat uit de modelberekeningen volgt is dat de vaargeul een grotere dwarsdoorsnede heeft dan de gedachte verbindingsegul. Daardoor zijn de watersnelheden in de vaargeul lager dan in de verbindingsegul (proportioneel aan de verhouding tussen de twee dwarsdoorsneden),

Er zijn diverse mogelijkheden om het effect van het spoelmeer potentieel te vergroten: vergroting van de breedte van het doorlaatmiddel, verkorting van de tijd dat het doorlaatmiddel open staat, vergroting van het oppervlak van het spoelmeer en verandering van het beginmoment van spoelen ten opzichte van het getij. L. van Rijn liet aan de hand van additionele modelberekeningen zien dat door de twee eerstgenoemde mogelijkheden te benutten (bij een breedte van het doorlaatmiddel door de dijk van 20 m en een verbindingsegulbreedte van 25 m) een maximale snelheid van 1.3 m/s in de geul kan worden gehaald. Dit is normaal gesproken ruim voldoende om sediment in beweging te krijgen. Zie Figuur 5.



**Figuur 5:** Optimalisatie stroomsnelheden door een spoelmeer van 35 ha en doorlaatmiddel van 20 meter breedte. De zwarte stippellijn geeft de watersnelheden in de verbindingsegul (uit de presentatie van L. van Rijn).

De optie om het beginmoment van spoelen ten opzichte van het getij te veranderen, en dan met name te beginnen met spoelen om de - zwaar met sediment belaste - vloedstroom tegen te houden, is mogelijk eveneens interessant en dient alsnog nader te worden onderzocht. Daarbij dient wel rekening gehouden te worden met de relatief korte tijd in de getijperiode (ca. 2 uur) dat het water feitelijk door de geul heen stroomt. Het grootste deel van de getijperiode stroomt het water over de platen en dan is een tegenstroom vanuit het spoelmeer niet effectief. Mogelijk is die 2 uur te kort om het water vanuit het spoelmeer naar de vaargeul te laten stromen.

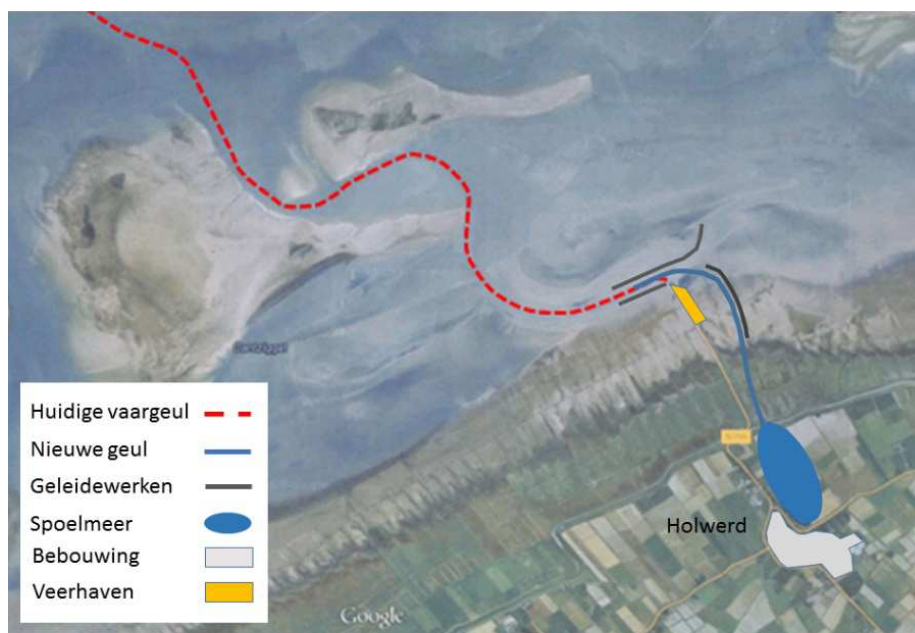
## 6. Verdere optimalisatiemogelijkheden van de spoelmeerfunctie

Een flinke stroom in de verbindingsgeul lijkt een gunstig resultaat, maar de spoelmeerfunctie is pas echt effectief als deze helpt om het sediment in de vaargeul te verwijderen. Daarbij zijn de lage plaatligging in het gebied en de veel grotere dwarsdoorsnede van de vaargeul t.o.v. de verbindingsgeul uiteraard nog steeds een probleem. Als de huidige geulconfiguratie aangehouden wordt moet bovendien het water aan de kop van de verbindingsgeul de bocht om, wat voor wrijvingsverlies zorgt. Ook zal bochtersie en mogelijk geulmeandering optreden, wat de werking van een spoelmeer op de aanslibbing van de vaargeul sterk eveneens zou beperken. De Kennistafel heeft zich daarom tevens over deze problematiek gebogen.

Om de maximaal haalbare werking van een spoelmeer beter te bepalen wordt aanbevolen de volgende varianten modelmatig te onderzoeken:

### Bestaande geul +

Het spoelmeer wordt hierbij met geleidedammen aangesloten op de bestaande vaargeul. Zie figuur 6.

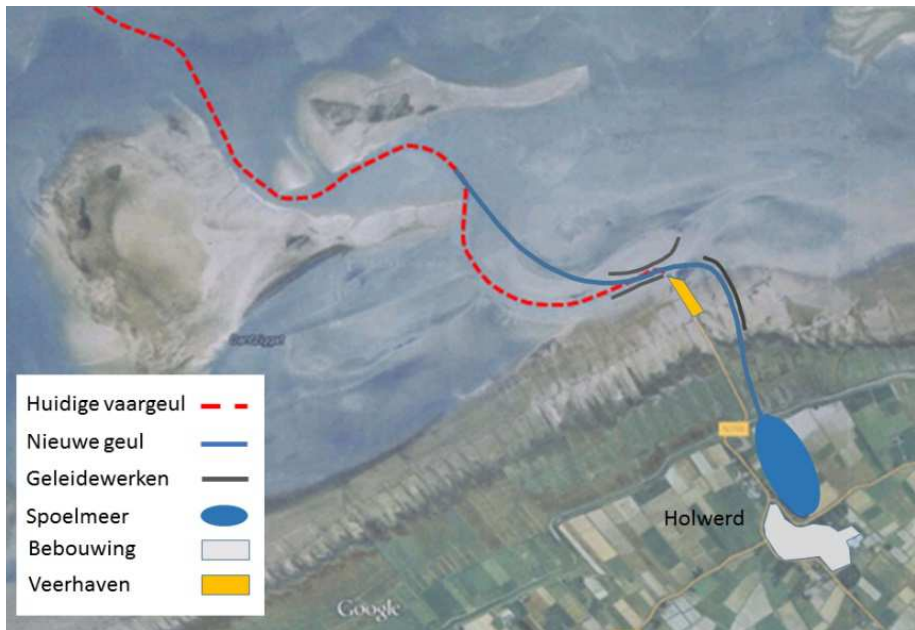


**Figuur 6:** Spoelmeervariant met geleidedammen bij bestaande vaargeul.

De geleidedammen moeten hoog genoeg zijn om het over de platen wegstromen van water uit het spoelmeer te voorkomen. Om bochtersie en meandering zoveel mogelijk tegen te gaan vindt dit met vloeiend bochtenwerk plaats, gecombineerd met een versterkte geulwand aan de noordkant. Ook is waarschijnlijk een dam aan de zuidkant van de vaargeul nodig om meandering tegen te gaan. Locatie, oriëntatie, lengte en hoogte van de geleidedammen zijn nader te bepalen.

## Bochtafsnijding

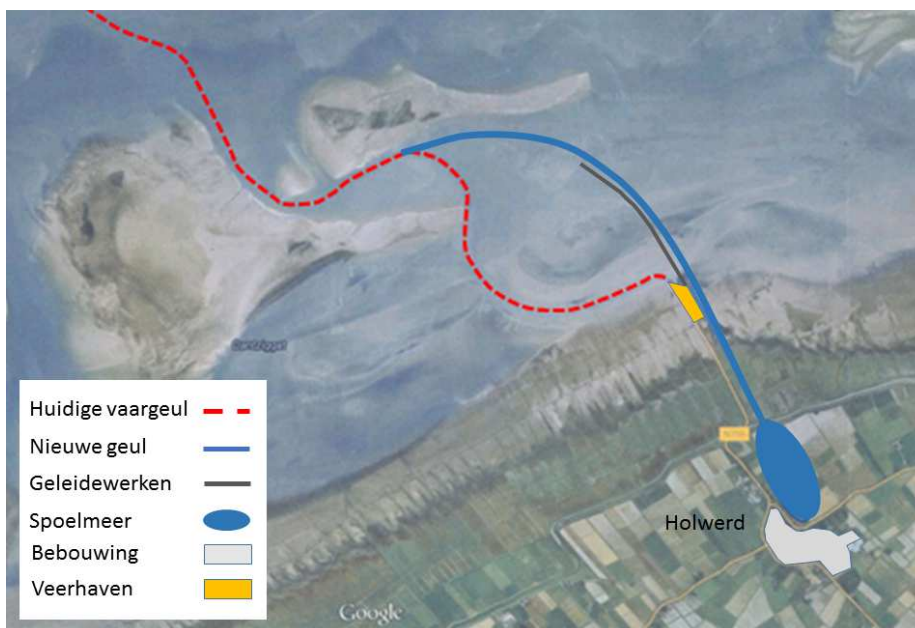
Voor deze variant is gekozen vanwege een gunstigere oriëntatie ten opzichte van de verbindingsgeul naar het spoelmeer. Hierbij zal ook enige verkorting van de vaartijd optreden. In deze variant zijn nog steeds geleidewerken nodig om ervoor te zorgen dat de stroming uit het spoelmeer door de vaargeul gaat lopen en de geul gefixeerd wordt. Locatie, oriëntatie, lengte en hoogte van de geleidedammen zijn ook in dit geval nader te bepalen. Zie figuur 7.



**Figuur 7:** Spoelmeervariant met geleidewerken bij bochtafsnijding vaargeul.

## Langspoel +

De derde beschouwde variant is die waarbij de eerder geanalyseerde Langspoel variant wordt voorzien van een een of meer geleidedammen. Zie figuur 8.



**Figuur 8:** Spoelmeervariant met Langspoel-optimalisatie voor vaargeul.

In Figuur 8 is een variant getoond waarbij de geleidedam bij deze Langspoelvariant alleen aan de westkant van de vaargeul wordt aangelegd. Dit om het getij toegang te geven aan de platen aan de oostkant ervan. Voor de spoelmeerfunctie als zodanig zijn geleidedammen aan weerszijden van de vaargeul uiteraard effectiever. Mogelijk vindt in dat geval het getij op den duur zijn weg naar de oostelijk gelegen platen. Welke subvariant uiteindelijk algeheel het beste is, dient derhalve nader te worden bepaald. Locatie, oriëntatie, lengte en hoogte van de geleidewerken zijn wederom nader te bepalen.

De Kennistafel heeft minder vertrouwen in de werkzaamheid van deze laatste variant, omdat de nieuwe vaargeul loodrecht op het natuurlijke geulpatroon zou komen te liggen. Naar verwachting slijbt deze daardoor relatief snel aan. Ook kan water uit het spoelmeer mogelijkwijs over de oostelijke platen wegstromen, tenzij er voldoende ebstroom via de dam noordwaarts wordt 'geforceerd' (nader te onderzoeken).

Zoals hierboven al aangegeven, kan het spoelmeer ook op andere manieren worden geoptimaliseerd, door oppervlak, dimensies van het doorlaatwerk en het openingsregime te variëren. Ook kan gekozen worden voor een geheel open spoelmeer, zodat scheepvaart te allen tijde vrij in en uit kan varen. Het nadeel van deze laatste variant is uiteraard een sneller dichtslibbend spoelmeer en minder regelmogelijkheden bij in- en uitstroom van het spoelwater.

Het is van belang de modelexercities pragmatisch op te zetten: de diverse combinatiemogelijkheden eerst nader analyseren voordat tot modellering wordt overgegaan. Anders zou het benodigde aantal modelexercities gemakkelijk erg groot kunnen worden.

Natuurlijk zijn ook andere oplossingen voor de baggerproblematiek bij Holwerd mogelijk, waarbij gekozen wordt voor andere manieren van baggeren, andere veerboten en/of vaarregime. Deze vallen echter buiten het bereik van de spoelmeerwerking en dus ook van de onderhavige Kennistafel.

## 7. Conclusies en aanbevelingen

De Kennistafel concludeert het volgende:

1. Het toenemende baggerbezwaar in de vaargeul Holwerd-Ameland is het gevolg van drie verschillende mechanismen: de autonome morfologische ontwikkelingen, de verandering van het baggerregime in 2010 en, in mindere mate, het type veerboot waarmee gevaren wordt.
2. Een spoelmeer kan bijdragen aan het oplossen van deze problematiek, maar alleen als de waterstroom uit spoelmeer daadwerkelijk door de vaargeul gaat lopen. Gezien de positie van de vaargeul nabij het wantij, de lage plaatligging in het gebied en het gegeven dat bij de bestaande geulligging het water uit het spoelmeer de bocht om moet, kan het spoelwater uitwaaiëren over een breder gebied en in dat geval de geul onvoldoende schoonspoelen. Daarmee zou een spoelmeer minder effectief zijn dan aanvankelijk ingeschat. Daar komt bij dat, bij de bestaande geulligging, het water uit het spoelmeer bij de kop van de veerdam een haakse bocht moet maken. Geleidewerken die het spoelwater binnen de vaargeul houden, in het eerste gedeelte van die geul, zullen de effectiviteit kunnen vergroten. De Kennistafel heeft drie hoofdvarianten voor geulliggingen en geleidewerken globaal vormgegeven (zie par. 6).
3. De effectiviteit van de spoelmeefunctie kan verder worden verbeterd door vergroting van de breedte van het doorlaatmiddel, verkorting van de tijd dat het doorlaatmiddel open staat, vergroting van het oppervlak van het spoelmeer en mogelijk ook door verandering van het beginmoment van spoelen ten opzichte van het getij.

De Kennistafel beveelt aan om:

- De globaal vormgegeven ruimtelijke varianten op een pragmatische manier nader uit te werken, in combinatie met de optimalisatiemogelijkheden bedoeld onder conclusie 3.
- Nieuwe modelexercities uit te voeren met deze gecombineerde spoelmeeropties, om ze te analyseren op hun algehele effectiviteit in de vermindering van het baggerbezwaar in de geul Holwerd-Ameland en aldus de maximaal haalbare bijdrage van deze opties te verkennen.
- Effectief gebleken gecombineerde spoelmeeropties nader te analyseren op sociaal-economische en ecologische effecten en op randvoorwaarden gesteld door wet- en regelgeving.

## Literatuur

Vellinga et al., 2015: P. Vellinga, J. Cleveringa, J. Danel, T. van Kessel, E. Lofvers, H. Mulder, A. Nicolai, L. van Rijn, Z. B. Wang, H. Winterwerp, H. Sas, Rapport van de Kennistafel 'Spoelmeer Holwerd aan Zee', rapport van De Waddenacademie en Programma naar een Rijke Waddenzee, 26-06-2015 (<https://rijkwaddenzee.nl/assets/pdf/dossiers/natuur-en-landschap/DEF%20Kennistafel%20Spoelmeer%20Holwerd%20aan%20Zee%20SMALL.pdf>)

Herman et al., 2016: P.M.J. Herman, N. Villars, H. Winterwerp, T. van Kessel, Z. Wang, C. Briere, L. van Rijn, J. Cleveringa, Analyse vaargeul Holwerd-Ameland, Eindrapport, Deltares rapport 1230378-005-ZKS-0001, 2016 (<http://oppameland.nl/wordpress/wp-content/uploads/2016/11/Deltaresrapport.pdf>)