

Grevelingenmeer van Stagnant naar Beperkt Getij

**Synthesedocument 'Beschikbare kennis en resterende
kennisvragen met betrekking tot het effect van introductie
beperkte getijslag op het natuurlijk systeem van
Grevelingenmeer en Voordelta'**



Grevelingenmeer van Stagnant naar Beperkt Getij

**Synthesedocument 'Beschikbare kennis en resterende
kennisvragen met betrekking tot het effect van introductie
beperkte getijslag op het natuurlijk systeem van
Grevelingenmeer en Voordelta'**

drs. A.J. Nolte
drs. O.G. Lagendijk

1230426-000

Titel

Grevelingenmeer van Stagnant naar Beperkt Getij

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat WVL
Rijkswaterstaat Zee en Delta

Project

1230426-000

Kenmerk

1230426-000-ZKS-0003

Pagina's

48

Trefwoorden

Grevelingen, Brouwersdam, doorlaatmiddel, waterkwaliteit, natuur, morfologie, slib.

Titel

Grevelingenmeer van Stagnant naar Beperkt Getij

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat WVL Rijkswaterstaat Zee en Delta	1230426-000	1230426-000-ZKS-0003	48


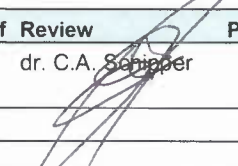

Samenvatting

In de afgelopen 10 jaar zijn vele onderzoeken uitgevoerd naar een oplossing voor de problemen met waterkwaliteit en ecologie in het Grevelingenmeer. Problemen die doorwerken in de toeristisch recreatieve aantrekkelijkheid van het gebied en daardoor de economische ontwikkeling. Ter voorbereiding op de 2^e Bestuursvereenkomst van de zes samenwerkende overheden en de voorziene planuitwerking in de volgende fase is behoefte aan een overzicht van de thans beschikbare kennis en de resterende kennisleemtes met betrekking tot het effect van 50 cm getij op het natuurlijk systeem in het Grevelingenmeer en de Voordelta.

Afgbakend tot het effect op het natuurlijk systeem beantwoordt dit syntheserapport de vraag of – naar mening van Deltares – voldoende kennis beschikbaar is voor besluitvorming of dat er nog relevante kennisvragen zijn die met praktisch realiseerbaar onderzoek ingevuld kunnen worden. Daartoe wordt een overzicht gegeven van de gebruikte kennis van het effect van 50 cm getij op alle aspecten van het natuurlijk systeem: Waterkwaliteit, morfologie, slib en natuur; natuur is beperkt tot abiotische condities en primaire productie als voorwaarden voor habitats, vogels en soorten. Aangegeven wordt hoe de kennis is verkregen en of er resterende onzekerheden zijn.

Deltares concludeert dat op vrijwel alle aspecten voldoende kennis beschikbaar is. De meest urgente resterende kennisvraag betreft de interactie tussen de slibhuishouding en de zuurstofhuishouding en dan met name wat het effect is van verhoogde import van organisch en anorganisch slib uit de Voordelta op de zuurstofhuishouding in het Grevelingenmeer. Aanbevolen wordt om dit met een expertsessie en ondersteunend gevoeligheidsonderzoek met het beschikbare modelinstrumentarium nader te duiden. De implicatie voor de kustveiligheid van Schouwen is relevant als de doorlaat in de zuidlocatie van de Brouwersdam een optie is. In dat geval wordt aanbevolen een analyse uit te voeren vóór de planuitwerking. Minder urgente resterende kennisvragen, die tijdens de planuitwerking opgepakt kunnen worden, hebben (samengevat) betrekking op a) de morfologische ontwikkelingen in de Voordelta, b) de ontwikkeling van het areaal intergetijdengebied in het Grevelingenmeer en c) de relatie tussen slib en bodemleven in het Grevelingenmeer.

Referenties

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
Def.	nov. 2016	drs. A.J. Nolte		dr. C.A. Schipper		drs. F.M.J. Hoozemans	
		drs. O.G. Lagendijk					

Status
definitief

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding Rijksstructuurvisie inclusief milieueffectstudie	1
1.2	Bestuurlijk traject tot nu toe	1
1.3	Doelstelling van dit rapport	2
1.4	Leeswijzer	2
2	Afbakening en uitgangspunten van het rapport	5
2.1	Afbakening	5
2.2	Uitgangspunten uit ontwerp Rijksstructuurvisie Grevelingen Volkerak-Zoommeer	6
3	Overzicht van effecten op natuurlijk systeem van Grevelingen en Voordelta	11
3.1	Waterkwaliteit	11
3.1.1	Zuurstofhuishouding	11
3.1.2	Nutriënten (N en P)	15
3.1.3	Doorzicht	17
3.1.4	Primaire productie en algen	19
3.1.5	Verontreinigingen	20
3.2	Morfologie	21
3.3	Slib	23
3.4	Natuur	25
3.4.1	Bodemleven en witte bacteriematten	25
3.4.2	Overig natuur	28
4	Samenvatting, prioritering resterende kennisvragen en vervolg	33
4.1	Samenvatting effecten op het natuurlijk systeem	33
4.2	Beoordeling voldoende kennisbeschikbaarheid	34
4.3	Resterende kennisvragen en prioritering	35
4.4	Opties voor aanpak kennisvraag met hoge prioriteit	39
5	Literatuur	41
	Bijlage(n)	
A	Uitgangspunten voor de locatie van een doorlaatmiddel	A-1

1 Inleiding

1.1 Aanleiding Rijksstructuurvisie inclusief milieueffectstudie

Het Grevelingenmeer kampt met problemen in de waterkwaliteit en ecologie. Deze problemen en hun aanleiding zijn in eerdere documenten beschreven. In dit rapport hanteren we als context de aanleiding zoals beschreven in het Milieueffectrapport bij de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014b):

“Oorspronkelijk was de Grevelingen onderdeel van een open delta. De plek waar het zoete water van de rivieren zich mengt met het zoute getijdenwater van de Noordzee. Dynamiek en afwisseling bepaalden de kwaliteit van het water en het landschap. Sinds de Deltawerken is dat ingrijpend veranderd. De Grevelingen is een stilstaand zout meer geworden, waarin in het stilstaande water na verloop van tijd problemen ontstonden met de waterkwaliteit en natuur. Voor de Grevelingen is dat zuurstofloosheid, vooral in de diepere delen van het meer, met als gevolg schade aan bodemleven, vissen en vervolgens ook de dieren die daarvan leven. Op de bodem vormen zich inmiddels witte matten van zwavelbacteriën die het laatste restje zuurstof verbruiken en daarmee het afbraakproces versnellen. Het water van de Grevelingen is wel zeer helder.

Rond de Grevelingen stagneert als gevolg van de problemen met de waterkwaliteit de toeristische recreatieve aantrekkelijkheid van het gebied en daardoor de economische ontwikkeling. Op 11 november 2009 heeft het Bestuurlijk Overleg MIRT, een overleg tussen ministers/staatsecretarissen en regionale bestuurders, daarom besloten een verkenning te starten naar de kansen voor kwaliteitsverbetering in, op en rond de Grevelingen. Uit de eerdere onderzoeken bleek namelijk dat zonder aanpassingen in de waterhuishouding van de Grevelingen de zuurstofloosheid daar verder zal toenemen. In 2035, het ‘zichtjaar’ waar dit effectenonderzoek zich op richt, zullen grotere delen van het meer hiermee te kampen hebben, met sterfte van bodemleven en vissen als gevolg. In de autonome ontwikkeling zal voor de kwaliteitskenmerken overige waterflora, macrofauna en vis het ‘Goed Ecologisch Potentieel’ volgens de Kaderrichtlijn Water naar verwachting niet haalbaar zijn. “

1.2 Bestuurlijk traject tot nu toe

De problemen met waterkwaliteit en ecologie in het Grevelingenmeer zijn gedurende 10 jaar onderwerp van diverse trajecten. De provincies Zeeland, Noord-Brabant en Zuid-Holland hebben in februari 2003 ‘herstel van estuariene dynamiek’ als visie voor de toekomst vastgesteld ([Delta in Zicht, 2003](#)). Sindsdien is voor het Grevelingenmeer een aantal opeenvolgende trajecten uitgevoerd:

Periode	Traject	Voornaamste (beleidsondersteunend) document
2006	Grevelingendebat	Zicht op Grevelingen
2008	Verkenning Grevelingen, water en getij	Verkenning Grevelingen, water en getij
2010-2012	MIRT-Verkenning Grevelingen	Plan m.e.r. Grevelingen
2013-2014	Rijksstructuurvisie Grevelingen Volkerak-Zoommeer	Ontwerp Rijksstructuurvisie Grevelingen Volkerak-Zoommeer en bijbehorende m.e.r. (IenM, okt. 2014)
2015-2016	Programma Ontwikkeling Grevelingen Volkerak-Zoommeer	-

Momenteel wordt het volgende traject voorbereid, onder andere in de vorm van een tweede bestuursovereenkomst¹ (BOK2) tussen zes publieke partijen rondom het Grevelingenmeer te weten Ministeries van IenM en EZ, Provincie Zeeland, Provincie Zuid-Holland, Gemeente Schouwen-Duiveland en Gemeente Goeree-Overflakkee. Doel is te komen tot realisatie van het herstel van 50 cm getij op het Grevelingenmeer door middel van een marktuitbesteding (met een aantal tussentijdse go/no-go momenten). Herintroductie van getijslag is de gekozen maatregel om de waterkwaliteit en ecologie van het Grevelingenmeer te verbeteren.

1.3 Doelstelling van dit rapport

In het kader van de genoemde trajecten zijn in de afgelopen 10 jaar vele onderzoeken en expertsessies uitgevoerd waaronder als meest recente de expertsessies 'Morfologie Voordelta', 'Slib Grevelingenmeer' en 'Natuur Voordelta' in het voorjaar van 2016 (Houtekamer en Van Kleef, 2016a, 2016b, 2016c). In de aanloop naar de BOK2 is er behoefte aan een syntheserapport waarin de beschikbare kennis en de resterende kennisleemtes met betrekking tot het effect van 50 cm getij op het natuurlijk systeem in het Grevelingenmeer en de effecten van een doorlaat in de Brouwersdam op de Voordelta is samengevat.

Hieruit volgen de twee doelstellingen van dit syntheserapport:

1. Overzicht van relevante beschikbare kennis die gebruikt is voor voorspelling en beoordeling van het effect van 50 cm getij op het natuurlijk systeem van het Grevelingenmeer en de Voordelta.
2. Oordeel van Deltares of voldoende kennis beschikbaar is voor besluitvorming of identificatie van resterende relevante kennisvragen die met praktisch realiseerbaar onderzoek ingevuld kunnen worden.

1.4 Leeswijzer

Voor de nadere afbakening van de vraagstelling en de scope van dit syntheserapport verwijzen we naar hoofdstuk 2.

In hoofdstuk 3 wordt op beknopte wijze het effect van 50 cm getij op alle elementen van het natuurlijk systeem² van het Grevelingenmeer en de Voordelta samengevat. De beschikbare kennis richt zich op wat op 1 juli 2016 bekend en beschikbaar is³. De resterende kennisvragen richten zich op 1) Het identificeren van vragen waarvoor naar oordeel van Deltares nog verder onderzoek nodig is, 2) Het prioriteren en faseren van deze vragen, en 3) Waar mogelijk een voorstel voor aanpak van het betreffende onderzoek (hoofdstuk 4).

Hoofdstuk 4 sluit af met een samenvatting van de effecten, een opsomming en prioritering van de resterende kennisvragen en een voorstel voor aanpak van de geprioriteerde kennisvragen. De lezer kan gelijk naar dit afsluitende hoofdstuk gaan en details in hoofdstuk 3 overslaan.

¹ De eerste bestuursovereenkomst lag ten grondslag aan het Programma Ontwikkeling Grevelingen Volkerak-Zoommeer.

² Voor het effect op habitats, soorten en vogels richt dit rapport zich op de abiotische randvoorwaarden en primaire productie, zie §3.4.

³ De aanvullende Natuureffectstudie – aanvullend op DLG (2014) – was nog niet beschikbaar bij het opstellen van dit rapport.

In Bijlage **Error! Reference source not found.** wordt een beknopt overzicht gegeven van de positieve, neutrale en negatieve effecten voor de zuidlocatie of de noordlocatie van een doorlaat in de Brouwersdam.

2 Afbakening en uitgangspunten van het rapport

2.1 Afbakening

Sinds de afsluiting van de Grevelingen in 1971 met de Brouwersdam zijn vele onderzoeken uitgevoerd over uiteenlopende facetten van het Grevelingenmeer en omgeving. Naast zaken als waterkwaliteit en ecologische toestand zijn dat ook onderzoeken betreffende visserij, schaal- en schelpdierenkweek en recreatie. Hoe interessant het ook zou zijn, is dit syntheserapport geen allesomvattende samenvatting en overzicht van uitgevoerd onderzoek. In dit hoofdstuk staan we daarom stil bij de afbakening van wat wel en niet meegenomen wordt.

Afbakening ten behoeve van kennis over effect van 50 cm getij op het natuurlijk systeem

Dit syntheserapport is bedoeld om een overzicht te bieden van de verworven kennis die direct te maken heeft met de **voorgenomen introductie van 50 cm getij** door een doorlaatmiddel in de Brouwersdam aan te leggen met mogelijke toevoeging van een getijdencentrale. Studies over het Grevelingenmeer waarin het effect van 50 cm getij niet aan bod is gekomen, vallen buiten de scope, hoewel zij soms als achtergrond- of basisinformatie dienen.

Het **natuurlijk systeem** van Grevelingenmeer en Voordelta vormt de kern en ook de afbakening van dit overzicht. We volgen daarbij de onderzoeksonderwerpen conform het planproces: waterkwaliteit, natuur, morfologie en slibhuishouding. Zaken als constructie, dimensionering en kosten/baten vallen buiten de scope van dit syntheserapport.

Afbakening in de tijd

Een volgende afbakening is die in de tijd. We hebben gekozen voor een **startpunt in het jaar 2002**. Toen bracht het RIKZ een bekkenrapportage uit onder de titel "Grevelingen van kwetsbaar naar weerbaar" van H.J. Hoeksema (2002). Dit uitgebreide onderzoek constateerde dat de zuurstofcondities in het Grevelingmeer niet overeenkwamen met de opgestelde beleidslijnen (Regionaal Beheersplan Nat) en nieuwe beleidslijnen uit de 4^e Nota Waterhuishouding, zoals een fluctuerend peilbeheer en meer uitwisseling met omliggende wateren. De in 2003 uitgebrachte beleidsvisie "De Delta in zicht" was een regionale langetermijnvisie van de Provincies en andere partijen waarin herstel estuariene dynamiek als belangrijke sleutel werd gezien voor herstel. Het was een aanzet om na te denken over meer estuariene dynamiek in het Grevelingenmeer.

Afbakening van de meegenomen informatie

Ten behoeve van de synthese gaan we in principe uit van het **laatste hoofddocument** 'Milieueffectrapport bij de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer' (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014b) aannemende dat al het relevante onderzoek daarin is opgenomen. Waar nodig gaan we terug naar voorgaande samenvattende documenten of naar onderliggende onderzoeksrapporten. Tenslotte nemen we relevante documenten mee die na het verschijnen van de milieueffectrapportage zijn verschenen waaronder de eerder genoemde verslagen van de expertsessies.

Effecten op de Voordelta

De onderzoeken ten behoeve van de milieueffectrapportages concentreerden zich voornamelijk op de te verwachten effecten op de Grevelingen. In het voorjaar van 2016 ontstond behoefte om effecten op het natuurlijk systeem van de Voordelta nog eens nader te

beschouwen. Dit is vervolgens gebeurd in een drietal expertsessies over de onderwerpen 'Natuur', 'Morfologie' en 'Slib'.

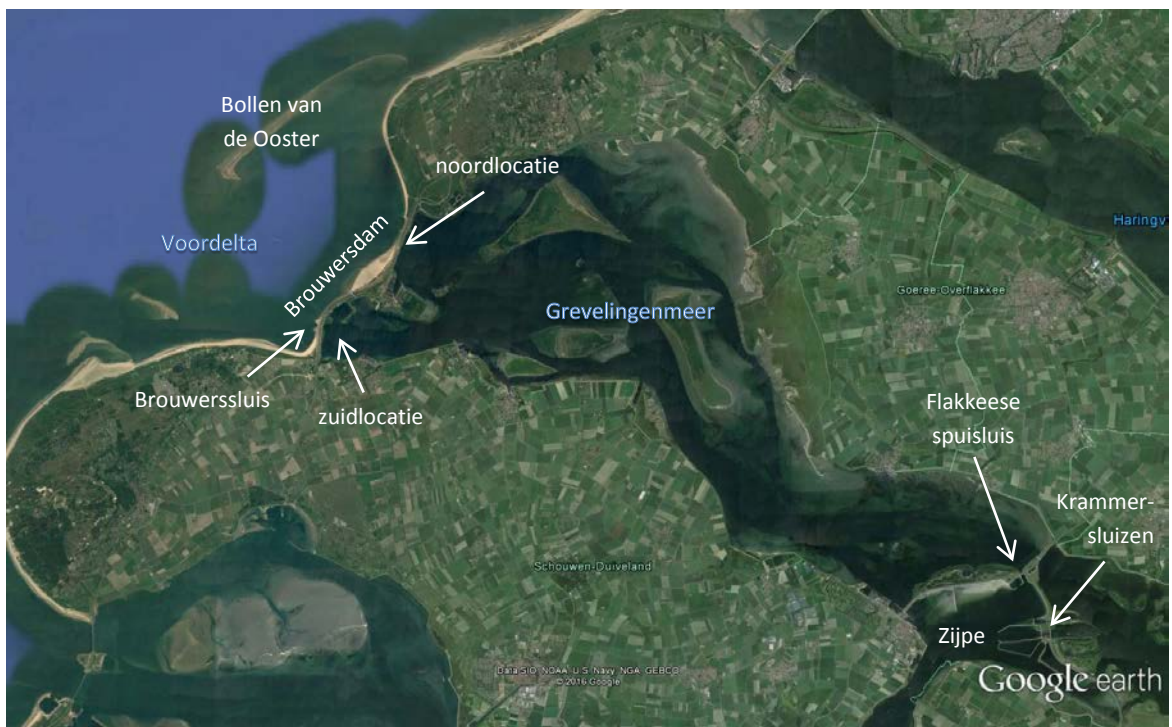
2.2 Uitgangspunten uit ontwerp Rijksstructuurvisie Grevelingen Volkerak-Zoommeer

We nemen in deze synthese dezelfde uitgangspunten als vastgesteld in de ontwerp Rijksstructuurvisie Grevelingen Volkerak-Zoommeer, namelijk:

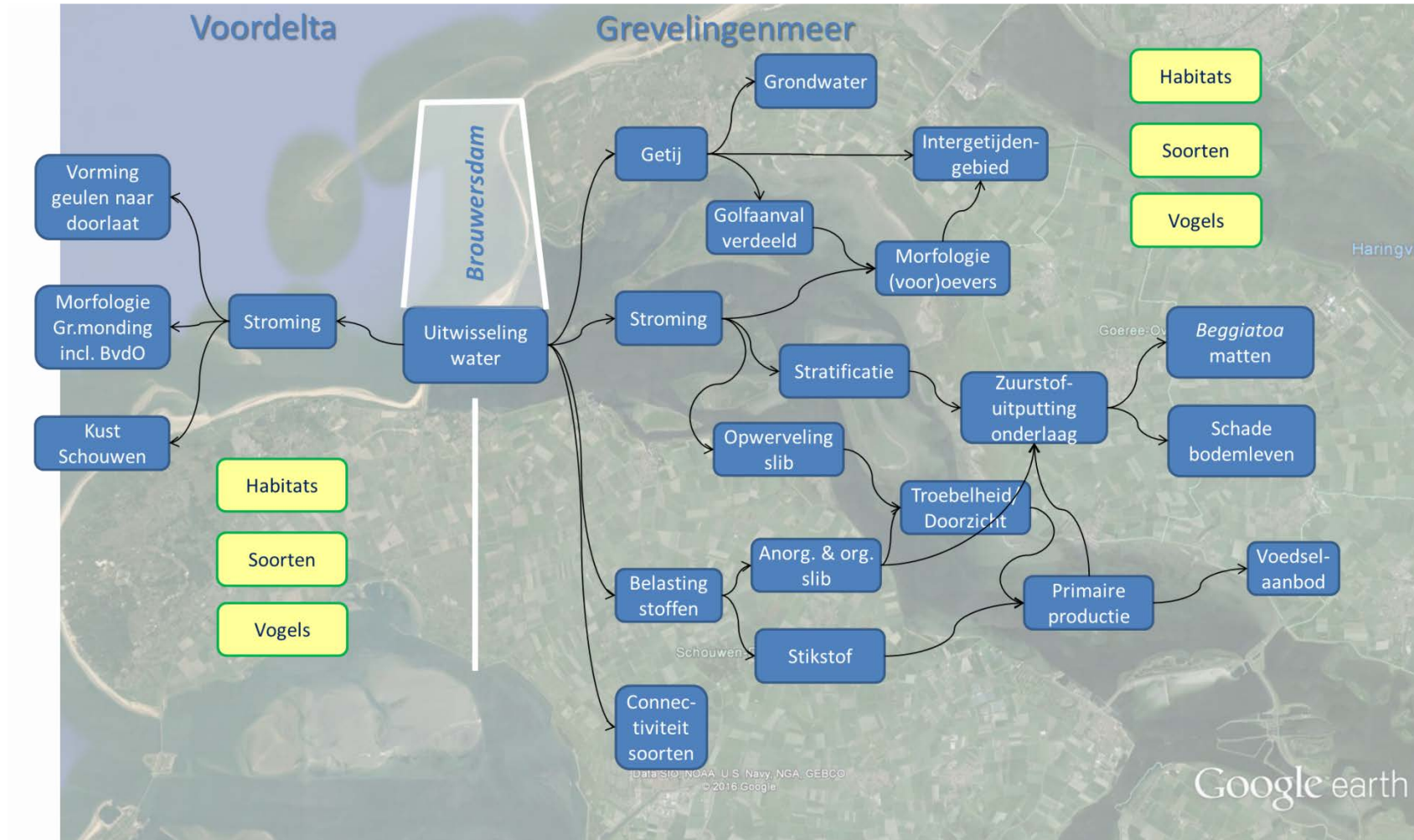
- Een getijdenslag op de Grevelingen van maximaal 50 cm bij een gemiddeld waterpeil van NAP -0,20 m. De in de MIRT-verkenning uitgevoerde scenarioberekeningen concludeerden dat "herintroductie van 40 cm getij afdoende is om de zuurstofproblemen in de waterkolom in grote delen van het Grevelingenmeer op te lossen. Een verdere verhoging van de getijslag tot 60 cm levert nauwelijks extra verbetering" (Deltares, 2010b).
- Geen verbinding tussen Grevelingen en Volkerak-Zoommeer. In verschillende onderzoeken is een nieuwe verbinding tussen beide wateren onderwerp van berekeningen geweest. De verbinding is niet meegenomen in het Voorkeursalternatief uit het Deltaprogramma ZW Delta.
- De combinatie van een doorlaatmiddel met een getijdencentrale is een optie in de Rijksstructuurvisie Grevelingen Volkerak-Zoommeer. De getijdencentrale is niet altijd onderwerp van onderzoek geweest en is meestal niet relevant voor effecten op het natuurlijk systeem. Daar waar wel onderzocht en relevant is dit in onderhavige studie meegenomen.
- De ingebruikname van de Flakkeese Spuisluis die de Oosterschelde en het Grevelingenmeer verbindt, is autonome ontwikkeling. Met het aanpassen en opnieuw in gebruik nemen van de sluis komt er naar verwachting een verbeterde zuurstofmenging en daarmee een betere waterkwaliteit in het oostelijk deel van het Grevelingenmeer (Haas *et al.*, 2006).

De onderzoeken voor de Verkenning Grevelingen Water en getij en de MIRT-Verkenning Grevelingen zijn hier verzameld: <http://www.toekomstgrevelingen.nl/downloads>

De onderzoeken ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Grevelingen Volkerak-Zoommeer zijn hier verzameld: <http://www.zwdelta.nl/projecten/rijksstructuurvisie-grevelingen-volkerak-zoommeer.htm>



Figuur 2.1 Overzicht van Grevelingenmeer en Voordelta en relevante geografische kenmerken



Figuur 2.2 Schematisch overzicht van effecten van 50 cm getijslag op het natuurlijk systeem van het Grevelingenmeer en de Voordelta. Habitats, soorten en vogels worden indirect via de abiotische condities en primaire productie in beschouwing genomen.

3 Overzicht van effecten op natuurlijk systeem van Grevelingen en Voordelta

In dit hoofdstuk beschrijven we aan de hand van vijf vragen systematisch het effect van 50 cm getij op alle elementen van het natuurlijk systeem verdeeld over de categorieën waterkwaliteit, natuur, morfologie en slib.

1. Wat zijn de te verwachten effecten op het Grevelingenmeer?
2. Wat zijn de te verwachten effecten op de Voordelta?
3. Zijn de effecten verschillend voor een doorlaatmiddel of een getijdencentrale?
4. Hoe is deze kennis tot stand gekomen?
5. Wat zijn de resterende kennisvragen?

Iedere paragraaf is zelfstandig leesbaar. Hierdoor komt er enige herhaling in dit hoofdstuk voor. Voor een beschrijving van de toestand en (historische) ontwikkeling van het Grevelingenmeer wordt verwezen naar de bekkenrapportages door Hoeksema (2002) en Wetsteijn (2011).

3.1 Waterkwaliteit

3.1.1 Zuurstofhuishouding

In het Grevelingenmeer is stratificatie van dominant belang voor de zuurstofhuishouding. Stratificatie is het verschil in dichtheid tussen bovenlaag en onderlaag van de waterkolom. De dichtheid wordt bepaald door zoutgehalte en temperatuur. Zouter water is zwaarder dan zoeter water en kouder water is zwaarder dan warmer water.

In het voorjaar en in de zomer warmt de bovenlaag op en door het ontbreken van voldoende menging ontstaat er een temperatuurverschil met de onderste waterlaag. Door afbraak van organisch materiaal⁴ wordt het zuurstof in de onderlaag verbruikt. Als er niet tijdig een mengmoment is bijvoorbeeld door harde(re) wind of een storm, is na verloop van tijd het zuurstof in de onderlaag uitgeput. Deze door verschillen in watertemperatuur veroorzaakte stratificatie kan door verschillen in zoutgehalte versterkt worden. Hoewel het zoutgehalte in het Grevelingenmeer relatief weinig variatie vertoont, kan er toch een verschil zijn tussen de Noordzee (Voordelta) en het Grevelingenmeer die door de inlaat door de Brouwerssluis resulteert in een beperkte zoutstratificatie. Door de geringe dynamiek is een kleine stratificatie al voldoende om te resulteren in lage zuurstofconcentraties of zelfs zuurstofuitputting in de onderlaag.

Temperatuurstratificatie treedt ieder jaar op in het Grevelingenmeer en is een proces dat hoort bij diepe stagnante meren. Bij weinig wind treedt temperatuurstratificatie overigens ook in ondiepe meren op. Zoutstratificatie treedt niet per se ieder jaar op, omdat het afhangt van het zoutverschil tussen Voordelta en Grevelingenmeer, wat bijvoorbeeld weer afhangt van de Rijnafvoer en windrichting. Het precieze samenspel tussen temperatuur- en zoutstratificatie is waarschijnlijk goed af te leiden uit de verticale profielmetingen.

⁴ Naast stratificatie is verbruik van zuurstof door afbraak van organisch materiaal of andere stoffen zoals H_2S of NH_4^+ - die overigens grotendeels ook aan de organischkoolstofcyclus zijn gekoppeld – ook nodig om zuurstofuitputting te krijgen. Het aanbod van organisch materiaal ofwel van algen gevormd in het Grevelingenmeer ofwel door import vanuit de Voordelta of vanuit de polders, is niet sturend. De mate en de duur van stratificatie is dat wel.

De lage zuurstofconcentraties die vrijwel ieder jaar in het late voorjaar en de zomer optreden in de diepere delen van het Grevelingenmeer zijn de directe aanleiding voor de zoektocht naar maatregelen. Hoeksema (2002) vermeldt het (toenmalige) streefbeeld dat de spronglaag op 15 m diepte of dieper moet liggen en dat niet meer dan 5% van het bodemareaal zuurstofarm mag zijn. Op basis van metingen werd geconstateerd dat dit streefbeeld niet in alle jaren gehaald werd. Het effect op het bodemleven werd onderkend inclusief de observatie van de witte *Beggiatoa* matten (zie §3.4.1).

Twee noodzakelijke nuanceringen bij de discussie over de zuurstofhuishouding

Een eerste nuancering die wij willen maken betreft de vaak genoemde ophoping van organisch materiaal op de bodem van het Grevelingenmeer waardoor de zuurstofvraag zou toenemen. Ten eerste ontbreekt het aan metingen die aantonen dat er sprake is van ophoping van organisch materiaal op de bodem. Dat maakt de uitspraak ongefundeerd. Ten tweede is er sprake van een paradox: Of er is sprake van ophoping wat betekent dat het organisch materiaal juist niet afbreekt, of er is sprake van een grotere zuurstofvraag door afbraak van organisch materiaal, maar dan is er geen sprake van ophoping van organisch materiaal. Beide tegelijk zou alleen kunnen als er een groot aanbod is van organisch materiaal, dat niet tijdig af kan breken voordat het begraven wordt. In het oligotrofe Grevelingenmeer is dat onwaarschijnlijk (zie ook Deltares, 2015).

De tweede nuancering is dat regelmatig wordt gesteld dat er een negatieve trend gaande is voor de zuurstofhuishouding⁵ en dat als autonome ontwikkeling verdere verslechtering zal optreden. DLG (2014) beschrijft bijvoorbeeld in de Natureffectenstudie dat metingen “erop wijzen dat de zuurstofloosheid zich verspreidt van de diepe putten naar de rest van het meer. De periodes van zuurstofloosheid breiden zich bovendien uit van de zomer naar de rest van het jaar.” Voor zover wij weten zijn deze stellingen niet onderbouwd, is er geen statistisch trendonderzoek uitgevoerd en zijn er geen voorspellingen voor de autonome ontwikkeling gedaan. De enige bij ons bekende statistische onderbouwing is van Wetsteijn (2011), waarin de periode voor (1990-1998) en na (1999-2010) het jaarrond openstaan van de Brouwersluis vergeleken wordt. Geconstateerd wordt dat de periode na het jaarrond openstaan verslechterd is ten opzichte van de periode voor het jaarrond openstaan. Deze conclusie zegt niet of er nu sprake is van verslechterende trend. Voor statische trendanalyse zullen de verticale profielen van saliniteit, temperatuur en zuurstofconcentratie vergeleken moeten worden met meteorologische condities (vooral wind) en waterbeheer (vooral uitwisseling met de Voordelta door de Brouwerssluis).

Ondanks deze twee nuanceringen zien wij geen aanleiding om hiervoor een kennisvraag te definiëren die noodzakelijk is voor besluitvorming, omdat meer kennis niet leidt tot een andere analyse van de zuurstofproblematiek. De stagnante condities en de daarmee inherent verbonden stratificatie zijn en blijven de primaire oorzaak.

Wat zijn de te verwachten effecten op het Grevelingenmeer?

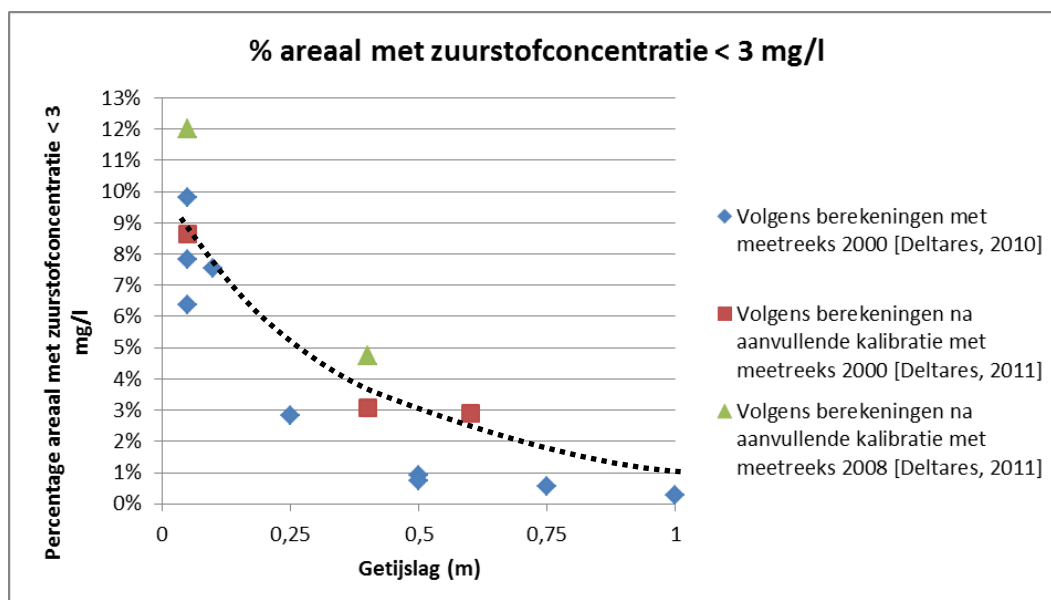
De zuurstofhuishouding kan verbeterd worden door de zuurstofvraag te verminderen of door de zuurstofaanvoer te vergroten. Het introduceren van getij vergroot de aanvoer van zuurstof naar de onderlaag door de menging met de zuurstofrijke bovenlaag te vergroten. Een tweede, minder belangrijke bijdrage is de aanvoer van zuurstofrijk water uit de Noordzee, wat vooral dicht bij de doorlaat effect heeft door verversing van de onderlaag.

⁵ Let op dat we het hier alleen hebben over de trend in de zuurstofhuishouding. Het effect van de zuurstofhuishouding zou wel een trend kunnen zijn, zoals bijvoorbeeld door Arcadis (2013) is onderzocht voor bodemdieren.

Onder aanname dat het gebrek aan dynamiek debet is aan de zuurstofproblematiek is modelmatig onderzocht hoeveel getijdynamiek nodig is om voldoende menging tussen bovenlaag en onderlaag te realiseren, zodat de onderlaag niet meer zuurstofarm wordt. Figuur 3.1 laat zien dat bij de huidige getijslag 6% tot 12% van het bodemoppervlak van het Grevelingenmeer langer dan 7 dagen aansluitend zuurstofconcentraties lager dan 3 mg/l voorkomen. Deze bandbreedte geeft aan dat de situatie van jaar tot jaar verschilt, waarbij vooral de meteorologische condities (warme zomer, windstille zomer) van belang lijken te zijn. Het is dan ook van belang om meerdere jaren te beschouwen om de natuurlijke variatie mee te nemen. In de beschikbare modelberekeningen zijn de condities van de jaren 2000 en 2008 beschouwd, waarbij 2008 een ongunstiger jaar is voor de zuurstofhuishouding. Er is overigens geen statistisch onderzoek gedaan naar de relatie tussen meteorologische en andere verklarende condities en de mate van zuurstofloosheid.

Getijdynamiek

Hoe groter de getijslag, hoe kleiner het zuurstofarme bodemareaal af (Figuur 3.1). Tussen 40 cm en 60 cm getij treedt een afvlakking af, hetgeen erop duidt dat een verdere toename van de getijslag nog maar in een beperkte verbetering resulteert. Anders gezegd, de grootste verbetering wordt bereikt bij een toename van de getijslag tot circa 40 cm. De reden hiervoor is dat niet veel getijdynamiek nodig is om de geringe stratificatie op te breken en voldoende menging te genereren om de zuurstofconcentratie in de onderlaag op niveau te houden. Meer getij leidt tot meer menging, maar niet meer tot een wezenlijk hogere zuurstofconcentratie. Er blijft echter een klein deel van het bodemareaal – namelijk de diepste delen die pas bij veel dynamiek volledig mengen – waar zuurstofarme condities kunnen blijven optreden. Het betreft zo'n 3% van het bodemareaal, wat erop neerkomt dat met 50 cm getij minimaal zo'n 60% verbetering van de zuurstofhuishouding optreedt en het streefbeeld van maximaal 5% zuurstofarm areaal gehaald wordt.



Figuur 3.1 Berekend percentage areaal met lage zuurstofconcentratie bij verschillende getijslag (Horvath, 2014, gebaseerd op Deltares 2008, 2011) – De gestippelde lijn is in dit rapport ter illustratie toegevoegd als handgetekende interpretatie⁶ van de typische relatie tussen getijslag en percentage areaal met lage zuurstofconcentratie: Na een relatief snelle afname, ontstaat een afvlakking bij een toenemende getijslag.

⁶ Het aantal punten is te gering om met voldoende zekerheid en nauwkeurigheid een statistische lijn te onderbouwen.

Onzekerheidsmarge

Op basis van de beschikbare kennis gebaseerd op modelberekeningen is niet met zekerheid aan te geven hoeveel getij er nodig is om ervoor te zorgen dat in alle jaren (dat wil zeggen onder alle meteorologische condities) aan het streefbeeld wordt voldaan. In sommige jaren zou 25 cm getij genoeg kunnen zijn, terwijl in andere jaren 50 cm nodig is. In het uitgangspunt van 50 cm getij bevat daarom een onzekerheidsmarge om het risico op het niet halen van het streefbeeld klein te houden. 50 cm getij is echter geen garantie dat zuurstofarme condities nooit meer zullen voorkomen.

Flakkeese spuisluis

Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis heeft naar verwachting geen grote veranderingen in de zuurstofhuishouding tot gevolg, omdat wordt verwacht dat effect beperkt zal zijn tot het oostelijke deel van de Grevelingen (MIRT Grevelingen deel B 2012). Uit monitoring en analyse na ingebruikname moet geleerd worden wat het effect in werkelijkheid zal zijn.

Wat zijn de te verwachten effecten op de Voordelta?

Er is geen reden geweest om onderzoek te doen naar de zuurstofcondities in de Voordelta. Naar verwachting is er geen effect op de Voordelta, omdat de zuurstofconcentratie daar nu goed is en de extra dynamiek – die overigens in de nu al dynamische Voordelta maar een beperkte toevoeging zal zijn – alleen maar voor meer menging zorgt. Als er al een effect merkbaar is, zal er naar verwachting een positief effect zijn.

Zijn de effecten verschillend voor een doorlaatmiddel of een getijdencentrale?

De verbetering van de zuurstofhuishouding wordt gerealiseerd door zuurstofaanvoer naar de onderlaag door (vooral) verticale menging en (in mindere mate) aanvoer vanaf de Voordelta. Deze aanvoer is alleen afhankelijk van de hoeveelheid water die uitgewisseld wordt tussen Noordzee en Grevelingenmeer. Aangezien de hoeveelheid water gelijk is voor een doorlaatmiddel en een getijdencentrale – beide resulteren immers in 50 cm getij –, is er dus geen verschil voor de zuurstofhuishouding.

Hoe is deze kennis tot stand gekomen?

Het effect van getij op de zuurstofhuishouding in het Grevelingenmeer is onderzocht met een 3D hydrodynamisch model waarin waterbeweging, zout en temperatuur zijn meegenomen en een 3D waterkwaliteit en primaire productie model waarin nutriënten, algen en organisch materiaal zijn meegenomen (Deltares, 2008, 2010, 2011). De modellen zijn gekalibreerd en gevalideerd met metingen uit 2000 en 2008. De situatie met getij is uiteraard niet met metingen te vergelijken, omdat het een niet bestaande, toekomstige situatie betreft.

De onzekerheid rondom de op modelberekeningen gebaseerde kennis is door Horvath & Partners (2014) onderzocht. Aangegeven is dat niet zeker is of de twee beschouwde jaren 2000 en 2008 voldoende representatief zijn. Deltares gaat ervan uit dat het jaar 2008 dat toentertijd is gekozen uit de reeks 2000-2010 als jaar met de grootste zuurstofproblemen, desalniettemin als meest representatieve worst-case geschikt is voor de analyse. Tevens constateert Horvath & Partners dat niet zeker is bij welke getijslag precies van voldoende verbetering sprake is tussen 25 cm en 50 cm (of 60 cm) getij. In de volgende paragraaf bij resterende kennisvragen gaan we hier nader op in. Tenslotte is in IMARES (2014b) onderzocht welke grens voor de zuurstofconcentratie aangehouden moeten worden ten behoeve van bodem- en schelpdieren in het Grevelingenmeer. IMARES (2014b) constateert geen aanleiding om de in de modelstudie gehanteerde waarde van 3 mg/l ter discussie te stellen.

Wat zijn de resterende kennisvragen?

De door het NIOZ ingebrachte zienswijze op de Rijksstructuurvisie (NIOZ, 2015) en de daaropvolgende Expertsessie Slib Grevelingenmeer heeft aandacht gevraagd voor het effect van slibimport vanuit de Voordelta op de zuurstofhuishouding. Hoeksema (2002) rapporteerde al dat fijn materiaal bezinkt in de diepe putten tot een laag van enkele meters dik en dat wordt door recent onderzoek van het NIOZ verder onderbouwd. Bij meer uitwisseling met de Voordelta neemt de import van slib toe. Het is zeker dat een deel van het slib, dat is samengesteld uit anorganische en organisch materiaal, in het Grevelingenmeer zal bezinken en dat de organische fractie resulteert in een grotere zuurstofvraag. In de modelberekeningen van Deltares is dit deels meegenomen, maar de vraag is of dat in voldoende detail en volgens de meest recente inzichten afdoende is geweest. Het is voornamelijk onbekend hoeveel en hoe het geïmporteerde slib zich zal verspreiden en in welke mate dat de zuurstofhuishouding van de onderlaag zal beïnvloeden. Het is de vraag of de extra zuurstofvraag gecompenseerd wordt door de extra zuurstofaanvoer. Op deze vraag gaan we in §3.3 verder in bij de bespreking van het effect op slib.

Een vraag die van tijd tot tijd gesteld wordt, is of 45 cm getij of 40 cm getij ook genoeg is voor de zuurstofhuishouding of dat misschien zelfs 60 cm of 75 cm nodig is. Naar de mening van Deltares is deze vraag niet door aanvullend onderzoek met meer zekerheid te beantwoorden. Het is mogelijk om meerdere jaren ofwel meerdere meteorologische condities te modelleren en/of de analyse met een ander model te herhalen. Beide geven meer inzicht, maar wij verwachten dat het de conclusie niet verandert: Het patroon van een snelle verbetering van het zuurstofarme bodemareaal bij een beperkte toename van getij en daarna een afvlakking van de verbetering bij een verdere toename (Figuur 3.1) is volgens Deltares zeker. De uiteindelijke keuze is een risicoafweging, waarbij het risico op zuurstofarme condities toeneemt bij een lagere getijslag. Bij 50 cm getij is naar onze mening rekening gehouden met een acceptabele onzekerheidsmarge.

Tenslotte resteert een vraag wat de invloed is van het (peil)beheer waarvoor drie 'knoppen' beschikbaar zijn: huidige Brouwersluis, nieuwe doorlaat al dan niet met getijdencentrale en de Flakkeese spuisluis. Naar de mening van Deltares is de gerealiseerde getijslag – dat wil zeggen de hoeveelheid gecreëerde dynamiek – sturend en de wijze waarop die tot stand komt van minder belang. De aansturing van de Flakkeese Spuisluis verdient aandacht, omdat via de Flakkeese spuisluis water met een lager zoutgehalte dan het Grevelingenmeer vanuit het Zijpe op het Grevelingenmeer wordt gebracht, wat voor stratificatie ongunstig zou kunnen zijn. Met eventuele ingebruikname van de nieuwe zoet-zoutscheiding op de Krammersluizen neemt de zoetwaterlast op het Zijpe mogelijk toe, waardoor dit effect versterkt zou kunnen worden. Omdat het water ook rijker is aan stikstof, zorgt uitwisseling via de Flakkeese Spuisluis voor een extra stikstofbelasting met een toename van de primaire productie en dus voor toename van het aanbod van organisch materiaal en dus zuurstofvraag. Wij verwachten dat dit effect ondergeschikt is aan het effect van 50 cm getijslag. Modelonderzoek kan ingezet worden om beheervarianten via de drie knoppen nader te vergelijken.

3.1.2 Nutriënten (N en P)

Wat zijn de te verwachten effecten op het Grevelingenmeer?

De totaal-stikstofconcentratie op de Noordzee is vooral in de winter hoger dan de concentratie in het Grevelingenmeer. Door de 50 cm getijuitwisseling zal de stikstofconcentratie in het Grevelingenmeer naar verwachting licht toenemen (Tabel 3.1). De KRW-referentiewaarde voor winter-DIN zal nog steeds als 'voldoet aan GET/GEP' beoordeeld worden, ook wanneer meegenomen wordt dat het KRW-watertype van Grote

Brakke tot zoute meren (M32) naar Kustwater, beschut en polyhalien (K2) wijzigt (Bureau Waardenburg, 2014). Aangezien primaire productie van algen in de huidige situatie voornamelijk stikstof-gelimiteerd is, resulteert een hogere stikstofconcentratie wel in een hogere primaire productie. De voorspelling is dat het Grevelingenmeer in de zomermaanden nog steeds stikstof-gelimiteerd zal zijn.

De totaal-fosfaatconcentratie in de Noordzee komt in de winter vrijwel overeen met de concentraties in het Grevelingenmeer. Er is daarom geen grote verandering te verwachten. In de zomer is de interne nalevering van fosfaat uit de bodem van het Grevelingenmeer een belangrijke bron. Er zijn sterke signalen dat deze nalevering aan het afnemen is (Deltares, 2015). Hoe en of deze trend zich doorzet in de toekomst is niet onderzocht.

Tabel 3.1 Berekende karakteristieken Grevelingenmeer voor totaal-stikstof en totaal-fosfaat (Deltares, 2011)

	Huidig beheer		40 cm getij		60 cm getij	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Totaal-stikstof (mg-N/l) Wintergemiddelde concentratie	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0
Totaal-fosfaat (mg-P/l) Wintergemiddelde concentratie	0,052	0,083	0,051	0,076	0,050	0,073

Wat zijn de te verwachten effecten op de Voordelta?

Er is geen reden geweest om onderzoek te doen naar het effect op de nutriëntenconcentraties in de Voordelta. Gezien het relatief beperkte verschil in concentratie tussen de Voordelta en het Grevelingenmeer en de relatief korte verblijftijd in de Voordelta, is het aannemelijk dat de effecten op de Voordelta minimaal zullen zijn.

Zijn de effecten verschillend voor een doorlaatmiddel of een getijdencentrale?

Het effect op nutriënten is alleen afhankelijk van de hoeveelheid water die uitgewisseld wordt tussen Noordzee en Grevelingenmeer. Aangezien de hoeveelheid water gelijk is voor een doorlaatmiddel en een getijdencentrale, is er geen verschil voor nutriënten.

Hoe is deze kennis tot stand gekomen?

De kennis is gebaseerd op data-analyse van reguliere MWTL-metingen in de Voordelta en het Grevelingenmeer.

Daarnaast is het effect van getij op de nutriëntenconcentraties in het Grevelingenmeer is onderzocht met een 3D hydrodynamisch model waarin waterbeweging, zout en temperatuur zijn meegenomen en een 3D waterkwaliteit en primaire productie model waarin nutriënten, algen en organisch materiaal zijn meegenomen (Deltares, 2008, 2010, 2011). De modellen zijn gekalibreerd en gevalideerd met metingen uit 2000 en 2008. De situatie met getij is uiteraard niet met metingen te vergelijken, omdat het een niet bestaande, toekomstige situatie betreft.

Wat zijn de resterende kennisvragen?

Er zijn geen resterende vragen die direct betrekking hebben op het effect op nutriënten gerelateerd aan de introductie van 50 cm getij. Een mogelijke vraag betreft de nutriënten die met de slibimport meekomen, maar dat wordt als onderdeel van de slib- en zuurstofhuishouding meegenomen (zie §3.3).

Een algemene kennisvraag is hoe de fosfaathuishouding zich over de komende jaren tot decennia ontwikkeld en of er op een gegeven moment een omslag van stikstoflimitatie naar

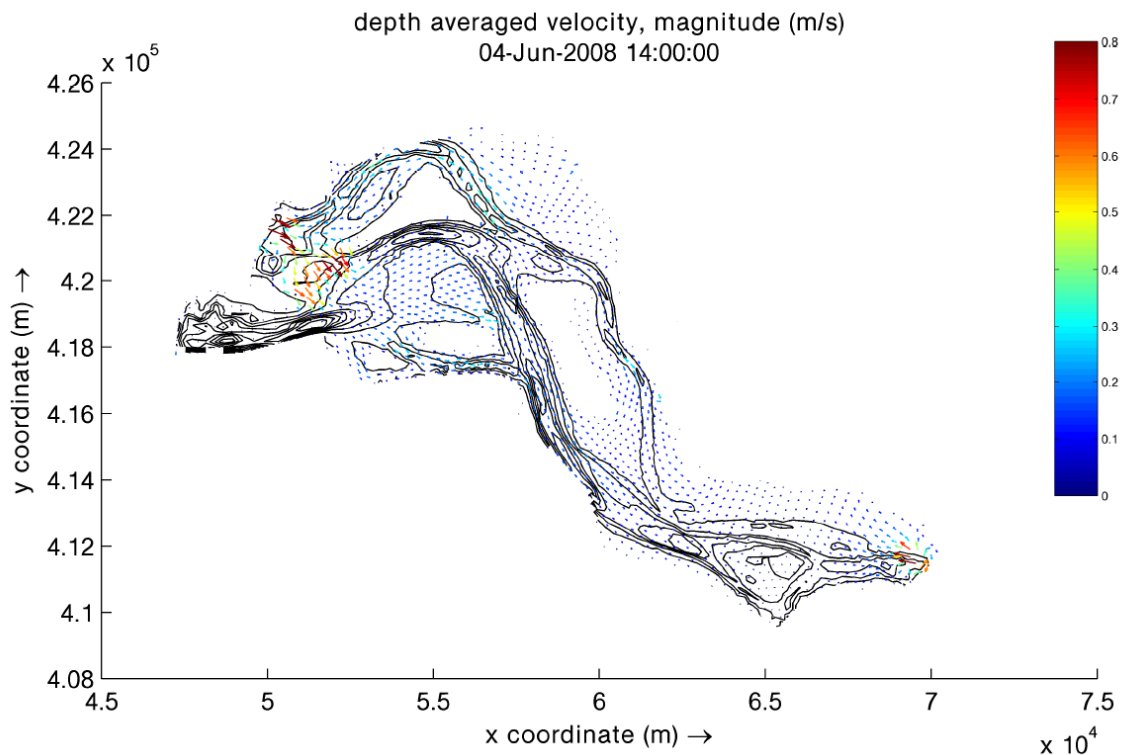
fosfaatlimitatie zal optreden. Dit is een algemene vraag die in vrijwel alle Rijkswateren speelt en los staat van de herintroductie van getij in het Grevelingenmeer. Deze vraag wordt hier voor de volledigheid opgenomen, maar niet verder meegenomen in prioritering.

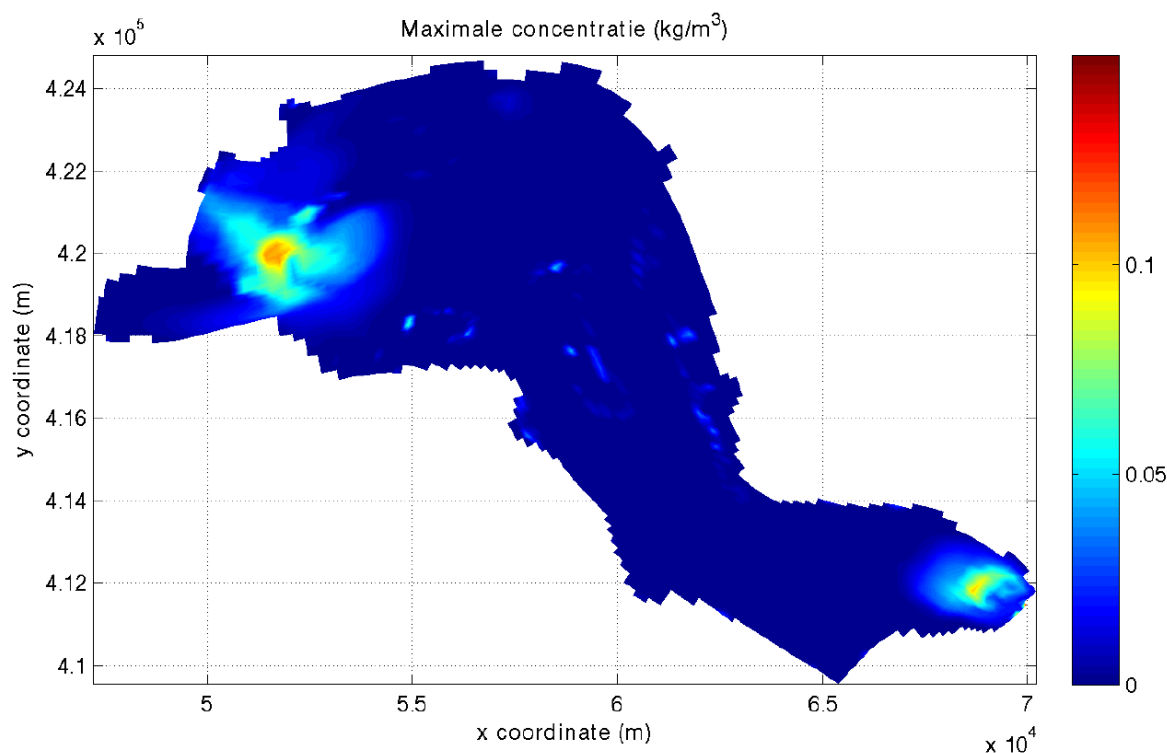
3.1.3 Doorzicht

Wat zijn de te verwachten effecten op het Grevelingenmeer?

Door de herintroductie van getij nemen de stroomsnelheden in het Grevelingenmeer toe, waardoor slib van de bodem opgewerveld kan worden en/of minder snel bezinkt. Witteveen + Bos (2011) heeft het effect op de stroomsnelheid en de erosie gemodelleerd in een 3D model. Geconcludeerd wordt dat “de stroomsnelheden in de Grevelingen toenemen tot maximaal 0,5 tot 0,8 m/s. Hierdoor ontstaat erosie bij de openingen en ontstaat een kortsluitgeul tussen de getijdencentrale en de zuidelijke geul. De slibconcentraties nemen lokaal toe tot maximaal 120 mg/l. In het overgrote gedeelte van de Grevelingen verandert de slibconcentratie nauwelijks in relatie tot de huidige situatie.” Figuur 3.2 reproduceert twee afbeeldingen uit het rapport van Witteveen + Bos (2011) die laten zien dat de hoogste stroomsnelheid voorkomt in het ondiepere gedeelte ten oosten van Port Zélande waar het water van de doorlaat in de noordlocatie naar de zuidelijke geul heen en weer stroomt. Door de hogere stroomsnelheid zal hier morfologische uitschuring optreden en zal initieel het daar aanwezige slib opwerpen. De lokale toename wordt als tijdelijk gezien, totdat een nieuwe evenwichtssituatie zich heeft ingesteld.

Duidelijk is dat effecten op verschillende tijdschalen merkbaar zijn: 1. Tijdens aanleg, 2. Kort na ingebruikname en 3. Tot evenwichtssituatie is bereikt.





Figuur 3.2 Boven: Dieptegemiddelde stroomsnelheid bij maximale vloed (in m/s); Onder: Maximale sedimentconcentratie in (kg/m^3) gedurende een springtij-doodtij cyclus. Overgenomen uit Witteveen + Bos (2011, Afbeelding 4.3 boven en afbeelding 4.5 boven)

NIOZ heeft in zijn zienswijze aangegeven dat slib, dat zich in de diepere delen onder circa -15 m NAP heeft afgezet, zo fijn is dat het slib met een zeer beperkte toename van de stroomsnelheid al wordt opgewerveld (NIOZ, 2015). De aanwezigheid van de fijne afzetting is niet meegenomen in de modellering van Witteveen + Bos (2011). Uit aanvullend veldonderzoek (Deltares, 2016) en een door Rijkswaterstaat georganiseerde Expertsessie Slib (Houtekamer en Van Kleef, 2016b) is de verwachting voortgekomen dat een beperkte toename van enkele mg/l van de slibconcentratie (gemiddeld over het meer) verwacht kan worden, maar dat een sterke vertroebeling niet waarschijnlijk is. De verwachting is gebaseerd op expert judgement en eenvoudige massabalansberekening (zie ook Deltares, 2016).

De in §3.1.4 beschreven verwachte lichte toename van de algenconcentratie zal eveneens leiden tot een beperkte afname van doorzicht. Bij elkaar genomen wordt op basis van modelberekeningen verwacht dat het doorzicht dat in de huidige situatie circa 2,0 m is, maximaal 0,1 m tot 0,2 m zal afnemen (Deltares, 2011).

Wat zijn de te verwachten effecten op het doorzicht in de Voordelta?

Er is geen reden geweest om onderzoek te doen naar doorzicht in de Voordelta. Aangezien de slibconcentratie in de Voordelta bepaald wordt door de stromings- en golfcondities aldaar en aangezien die condities door een doorlaat niet wezenlijk zullen veranderen, wordt niet verwacht dat er een merkbaar effect is op het doorzicht in de Voordelta. Een tijdelijke uitzondering is mogelijk door ontgroning en uitschuring van geulen bij het doorlaatmiddel, waar slib vrij kan komen om zich in een tijdsperiode van weken tot maanden te herverdelen over Voordelta en Grevelingenmeer.

Zijn de effecten verschillend voor een doorlaatmiddel of een getijdencentrale?

Het effect op doorzicht is alleen afhankelijk van de hoeveelheid water (en de daarin meegevoerde slib en nutriënten) die uitgewisseld wordt tussen Noordzee en Grevelingenmeer. Aangezien de hoeveelheid water gelijk is voor een doorlaatmiddel en een getijdencentrale, is er geen verschil voor doorzicht.

Omdat voor een getijdencentrale een grotere opening in de Brouwersdam nodig is dan voor een doorlaat, zijn de stroomsnelheden dichtbij de getijdencentrale lager dan bij de doorlaat. Voor ontgroning en uitschuring kan er enig verschil zijn, maar dit verschil zal tijdelijk zijn.

Hoe is deze kennis tot stand gekomen?

De kennis is in eerste instantie gebaseerd op voorspellingen van de stroomsnelheid met een 3D hydrodynamisch model en de daarop voortbouwende expert judgement (Witteveen + Bos, 2011). Onderliggend zijn gegevens van de bathymetrie van verschillende jaren en metingen van de bodemsamenstelling. De door NIOZ (2015) en ook al in Hoeksema (2002) geconstateerde afzetting van zeer fijn materiaal in de diepe delen is niet meegenomen in de modellering en afweging. Het genoemde aanvullend veldonderzoek en de expertsessie hebben geleid tot een door experts gedeeld oordeel dat het effect op doorzicht beperkt zal zijn (Houtekamer en Van Kleef, 2016b).

Wat zijn de resterende kennisvragen?

Met betrekking tot doorzicht zijn er geen resterende kennisvragen.

3.1.4 Primaire productie en algen

Wat zijn de te verwachten effecten op het Grevelingenmeer?

In de huidige situatie is primaire productie in het Grevelingenmeer stikstof-gelimiteerd in het late voorjaar en de zomer (mei-augustus). In het vroege voorjaar (april) kan korte tijd fosfaat-limitatie voorkomen. De stikstof-limitatie is sturend om het effect van 50 cm getij te beoordelen.

Zoals we in §3.1.2 zagen, neemt de concentratie en de belasting (= concentratie maal debiet) van stikstof vanuit de Noordzee toe. Er is daarom meer stikstof beschikbaar voor algengroei en uit 3D modelberekeningen blijkt dat de chlorofyl-a concentratie en primaire productie daardoor toenemen (Tabel 3.2, Deltares, 2011). In deze modelberekeningen is het effect van extra begrazing door schelpdieren op eenvoudige wijze meegenomen. De concentratie zou hierdoor wat verlaagd kunnen worden. Ook is geen rekening gehouden met autonome ontwikkeling van de stikstofconcentratie in de Noordzee, ofwel de aanvoer via Rijn en Schelde. Deze autonome ontwikkeling heeft echter een gelijk effect op wel of niet een doorlaat en is daardoor niet onderscheidend.

Tabel 3.2 Berekende karakteristieken Grevelingenmeer voor chlorofyl-a concentratie en primaire productie (Deltares, 2011) n.b. = niet beschikbaar

	Huidig beheer		40 cm getij		60 cm getij	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Chlorofyl-a ($\mu\text{g/l}$) Zomergemiddelde concentratie	5,4	5,6	8,1	9,6	8,7	10,4
Primaire productie ($\text{g-C/m}^2\cdot\text{j}$)	227	n.b.	333	n.b.	360	n.b.

Voor zover bekend is het effect op de algensamenstelling niet onderzocht. Aangezien de Noordzee en het Grevelingenmeer nu ook met elkaar in verbinding staan en aangezien de condities voor zoutgehalte, doorzicht en nutriënten niet substantieel veranderen, is geen effect op de algensamenstelling te verwachten.

Wat zijn de te verwachten effecten op de Voordelta?

Er is geen aanleiding om onderzoek te doen naar het effect op primaire productie en algen in de Voordelta. De veranderingen van nutriënten en lichtklimaat worden verwaarloosbaar geacht, waardoor er geen merkbare effecten in de Voordelta te verwachten zijn.

Zijn de effecten verschillend voor een doorlaatmiddel of een getijdencentrale?

Het effect op primaire productie en algen is alleen afhankelijk van de hoeveelheid water (en de daarin meegevoerde slib en nutriënten) die uitgewisseld wordt tussen Noordzee en Grevelingenmeer. Aangezien de hoeveelheid water gelijk is voor een doorlaatmiddel en een getijdencentrale, is er geen verschil voor primaire productie en algen.

Hoe is deze kennis tot stand gekomen?

Het effect van getij op primaire productie en algen in het Grevelingenmeer is onderzocht met een 3D hydrodynamisch model waarin waterbeweging, zout en temperatuur zijn meegenomen en een 3D waterkwaliteit en primaire productie model waarin nutriënten, algen en organisch materiaal zijn meegenomen (Deltares, 2008, 2010b, 2011). De modellen zijn gekalibreerd en gevalideerd met metingen uit 2000 en 2008. De situatie met getij is uiteraard niet met metingen te vergelijken, omdat het een niet bestaande, toekomstige situatie betreft.

Wat zijn de resterende kennisvragen?

Met betrekking tot primaire productie en algen zijn er geen resterende kennisvragen.

3.1.5 Verontreinigingen

Wat zijn de te verwachten effecten op het Grevelingenmeer?

De m.e.r.-documenten gaan niet in op het effect op verontreinigingen. De KRW Chemische Toestand komt niet aan de orde in tegenstelling tot de KRW Ecologische Toestand.

Wat zijn de te verwachten effecten op verontreinigingen in de Voordelta?

Er is geen aanleiding geweest om dit te onderzoeken.

Zijn de effecten verschillend voor een doorlaatmiddel of een getijdencentrale?

Het effect op verontreinigingen is alleen afhankelijk van de hoeveelheid water (en de daarin meegevoerde verontreinigingen) die uitgewisseld wordt tussen Noordzee en Grevelingenmeer, en de eventuele opwerveling van aan slib gebonden verontreinigingen door de hogere stroomsnelheden. Aangezien de hoeveelheid water gelijk is voor een doorlaatmiddel en een getijdencentrale, is er geen verschil voor verontreinigingen.

Hoe is deze kennis tot stand gekomen?

-

Wat zijn de resterende kennisvragen?

Het effect van 50 cm getij en de uitwisseling tussen Voordelta en Grevelingenmeer op verontreinigingen dient uitgewerkt te worden op basis van de beschikbare MWTL-metingen en KRW-toetsing.

3.2 Morfologie

Wat zijn de te verwachten effecten op het Grevelingenmeer?

In het Grevelingenmeer is het effect te onderscheiden tussen de intergetijdengebieden en (voor)oevers en de delen dieper dan 2 meter onder het waterniveau.

Het directe effect van 50 cm getij is het ontstaan van circa 1400 ha intergetijdengebieden⁷ (tussen -0,45 m NAP en +0,05 m NAP). Het intergetijdengebied en de vooroever zal zich echter aanpassen aan de nieuwe stromings- en golfcondities en is daarbij afhankelijk van de aanwezig bescherming. Van de ongeveer 60 km oever wordt zo'n 46 km beschermd door directe of indirecte (voor)oeververdediging. Zo'n 14 km oever is onbeschermd. Volgens Rijkswaterstaat (2010) zal erosie van het intergetijdengebied en de vooroever (tot 2 meter onder het laagste waterniveau) optreden, omdat de afbrekende morfologische kracht van de golven dominant is boven de opbouwde morfologische kracht van het getij, equivalent aan de zandhonger in de Oosterschelde. Voor de vooroever wordt globaal een verdieping voorspeld van 0,25 m zijnde het verschil tussen huidig gemiddeld peil en toekomstig laagwater. Op de afname van het areaal intergetijdengebied wordt geen effect verwacht, ofwel de afname bij 50 cm getij blijft gelijk aan de huidige afname die geschat wordt op 240 ha tussen 2010 en 2015 (Rijkswaterstaat, 2010).

Witteveen + Bos (2011) heeft de ontwikkeling van het intergetijdengebied en de vooroever ook onderzocht voor 50 cm getij, maar gaat daarbij uit van een middenstand van -0,10 m NAP. Aangezien zij constateren dat de erosie afneemt ten opzichte van de huidige situatie, omdat de gemiddelde waterdiepte toeneemt, is de aangenomen hogere middenstand mogelijk van groot belang voor deze conclusie. Het resultaat is daardoor niet zondermeer bruikbaar voor de randvoorwaarde van middenstand -0,20 m NAP bij 50 cm getij. Tenslotte geeft Deltares (2010) nog aan dat de gaten tussen de vooroeverdammen zullen uitschuren door de sterke stroming bij het vullen en legen van het gebied achter de dammen.

Van de diepere delen en dan vooral de geulen wordt geen morfologische verandering verwacht anders dan een zich voortzettende zeer langzame opvulling met sediment dat van de ondieptes komt of (waarschijnlijk in beperkte mate) door het doorlaatmiddel vanaf de Voordelta. In de delen dieper dan -15 m NAP is afzetting van fijn slib aannemelijk als voortzetting van de huidige situatie (zie ook §3.3). Uitzondering is de erosie bij de doorlaat en een kortsluitgeul tussen de noordelijke en zuidelijke geul ten zuidwesten van de Hompelvoet.

Wat zijn de te verwachten effecten op de Voordelta?

Het effect is uit te splitsen in de korte termijn en de lange termijn. Op de korte termijn zal in de aan- uit uitstroming van de doorlaat uitschuring van de geul plaatsvinden. Deels zal deze geul aangelegd worden en van bodembescherming worden voorzien. Na een initieel snelle ontwikkeling van de nieuwe geul in weken tot maanden, zal de geul onderdeel gaan uitmaken van het dynamisch evenwicht in de Voordelta.

De lange termijn is in zekere zin complexer, omdat de Voordelta zich nog morfologisch aan het aanpassen is aan de Deltawerken en de tweede Maasvlakte. Een uitwisseling met het Grevelingenmeer komt daarbij als aandrijver van morfologische verandering, maar wordt als kleinschaliger dan de andere twee ontwikkelingen gezien. Tijdens de laatste decennia blijken

⁷ De getallen voor het areaal intergetijdengebied variëren aanzienlijk, omdat gedetailleerde bathymetrie tussen ruwweg -1 m NAP en 0 m NAP ontbreekt (omdat bathymetrieopname in ondiep water lastig is). De Rijksstructuurvisie noemt 740 tot 1140 hectare nieuw intergetijdengebied door de terugkeer van het getij. Een areaal van 1400 ha intergetijdengebied is door Deltares opnieuw berekend uit de beschikbare, meest recent BASELINE schematisatie van Rijkswaterstaat.

de Bollen van de Ooster hoger, smaller en langgerechter te worden. Bovendien zijn ze aan zeezijde geërodeerd. Aan de landzijde zijn de platen aangezand richting Goeree. Verwacht wordt dat de huidige landwaartse verplaatsing van de Bollen van de Ooster door zal zetten. Witteveen + Bos (2011b) voorspelt met een morfologisch model dat de verplaatsing sneller zal plaatsvinden, maar dat de afname van de breedte minder snel zal verlopen. Het aanlanden van de Bollen van de Ooster wordt als mogelijkheid gezien, hoewel dat ook als autonome ontwikkeling kan gebeuren.

De door Rijkswaterstaat georganiseerde expertsessie 'Morfologie Voordelta' concludeerde samenvattend voor de Bollen van de Ooster het volgende (Houtekamer en Van Kleef, 2016a):

"Het gebied verandert nog steeds door de bouw van de dammen en recenter door de aanleg van Maasvlakte 2. Het heeft een functie als rustplaats voor zeehonden en foerageergebied van zeevogels, het is aangewezen als Natura-2000 gebied en extra beschermd als compensatie voor de natuureffecten van Maasvlakte 2 en de kortsluitgeul Schaar zorgt voor kustafslag. De aanleg van een doorlaat heeft op dit alles invloed waardoor de stapeling van effecten toeneemt. Of dat in positieve of negatieve zin is, is vooralsnog onduidelijk. De experts adviseren Rijkswaterstaat daarom onderzoek uit te voeren naar de gevolgen van een doorlaat voor de morfologie en ecologie van het platengebied en een eventuele aanlanding van het platengebied aan de kust van Goeree, op korte en lange termijn. Het is belangrijk om de gevolgen af te kunnen zetten tegen de autonome ontwikkeling, zodat Rijkswaterstaat daar ook kennis over dient te vergaren. Kennis van de ontwikkeling van de Hinderplaat voor de kust van Voorne kan hierbij van pas komen. De reeds verzamelde kennis in het MER behorend bij de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer en de daaraan ten grondslag liggende rapporten bieden daarvoor een goede basis."

De dynamiek in het gebied tussen de Bollen van de Ooster en de Brouwersdam wordt groter door de uitwisseling met het Grevelingenmeer. Geulen kunnen zich verdiepen of zouden langer open kunnen blijven. Hoewel niet gekwantificeerd en moeilijk te voorspellen, wordt de toegenomen dynamiek als positief voor de natuur gezien.

Zijn de effecten verschillend voor een doorlaatmiddel of een getijdencentrale?

Het effect op morfologie is alleen afhankelijk van de debieten die uitgewisseld wordt tussen Noordzee en Grevelingenmeer. Aangezien dat gelijk is voor een doorlaatmiddel en een getijdencentrale, is er geen verschil voor de morfologie.

Omdat voor een getijdencentrale een grotere, bredere opening in de Brouwersdam nodig is dan voor uitsluitend een doorlaat, zijn de stroomsnelheden dichtbij de getijdencentrale lager dan bij de doorlaat. Voor ontgroning en uitschuring zal er dus lokaal enig verschil zijn.

Hoe is deze kennis tot stand gekomen?

Op basis van data-analyse en -interpretatie van raaimetingen en lodingen, hoogte- en dieptebestanden en literatuurstudie. Daarnaast modelstudie door Witteveen + Bos (2011, 2012).

Wat zijn de resterende kennisvragen?

Dat er in het Grevelingenmeer intergetijdengebied ontstaat is vanzelfsprekend. Hoe het areaal intergetijdengebied en de bijbehorende vooroever zich zal ontwikkelen is niet zeker, maar een afname is waarschijnlijk, overigens in vergelijkbare mate als in de huidige situatie zonder getij. Voor het doen van meer concrete prognoses op lange termijn zou ook meer bekend moeten zijn omtrent de ondergrond qua mogelijke aanwezigheid van slecht erodeerbare lagen. Verder (model)onderzoek zal de onzekerheid niet wezenlijk kunnen verkleinen, zodat beoordelingen voor bijvoorbeeld natuur beter met kansen- en risicobandbreedtes kunnen werken.

De expertsessie Morfologie Voordelta heeft de volgende kennisvraag geformuleerd:

“Het is nog onduidelijk wat precies de invloed van een doorlaat kan zijn op de Bollen van de Ooster en op de Schaar. Het vermoeden bestaat dat de kans op het vastgroeien van het platengebied aan Goeree toeneemt, maar de onzekerheid is groot. Ook is onzeker wat de invloed is op het platengebied en of dat positief of negatief is voor de natuurfunctie, afgezet tegen Natura-2000-doelstellingen, compensatiedoelstellingen voor Maasvlakte 2 en autonome ontwikkeling. Uit de expertsessie komt de vraag voort hier nader onderzoek naar te doen. Zowel gedetailleerde rekenkundige modellen als het bestuderen van ontwikkelingen bij het Haringvliet kunnen hierbij behulpzaam zijn.”

3.3 Slib

Deze paragraaf richt zich op het slib op en in de bodem, in het bijzonder de hoeveelheid slib (dikte slibpakket) en de bodemsamenstelling in relatie tot de zuurstofvraag en tot het percentage slib ('verslibbing'). Slib in de waterkolom is beschreven in §3.1.3 Doorzicht.

De Rijksstructuurvisie (2014) heeft de volgende beschrijving uit de Natuureffectstudie (DLG, 2014) overgenomen: “Op die bodem heeft zich met de afwezigheid van getij inmiddels een dertig tot veertig centimeter dikke sliblaag van organisch materiaal gevormd.” Deze stelling is op drie punten onzorgvuldig en kan niet afgeleid worden uit de beschikbare informatie:

!

- De dikte van de sliblaag is niet overal gelijk.
- Niet de hele bodem is bedekt met een sliblaag.
- De sliblaag bestaat niet volledig uit organisch materiaal.

Deze constatering komt terug in de gedefinieerde resterende kennisvraag aan het eind van de ze paragraaf.

Wat zijn de te verwachten effecten op het Grevelingenmeer?

Door de herintroductie van getij nemen de stroomsnelheden toe. Het is de verwachting dat hierdoor een beperkte erosie van het aanwezige fijne slib op de bodem zal plaatsvinden en een beperkte verhoging van de zwevendstofconcentratie in de waterkolom (zie §3.1.3). Initieel kan de erosie hoger zijn, maar het effect op de zwevendstofconcentratie wordt tijdelijk in de orde van weken geacht.

Met het water uit de Noordzee wordt slib meegevoerd dat door de – ook bij 50 cm getij nog steeds – rustigere omstandigheden in het Grevelingenmeer dan in de Voordelta in ieder geval deels zal bezinken en achterblijven in de diepere delen. NIOZ (2015) heeft dit proces beschreven en aangedragen als verklaring voor de afzettingen van fijn materiaal in de diepe putten. Het is niet bekend in hoeverre fijn materiaal dat afkomstig is van erosie van de intergetijdengebieden en (voor)oevers ook bijdraagt aan deze afzettingen.

Door de grotere uitwisseling met de Voordelta bij 50 cm getij neemt de import van slib toe. Het is niet bekend hoe groot de netto import zal zijn en evenmin is bekend hoe het slib zich zal verdelen⁸. Verslibbing van de bodem – dat wil zeggen de toename van het percentage slib ten opzichte – is aangeduid als invloedfactor voor het bodemleven. Of en waar (diep/ondiep, west/midden/oost) verslibbing van de bodem plaatsvindt, is slecht bekend. Deltares (2012) heeft een beknopte analyse uitgevoerd van de D50 mediane korrelgrootte over 1999-2007 en daarin geen aanwijzing gevonden voor verslibbing in deze jaren. Deze

⁸ Een vergelijking met slibimport naar het Veerse Meer of Oosterschelde is niet gemaakt. Mogelijk is kennis af te leiden uit de vergelijking. Daarvoor moeten sedimentmonsters van vooral de diepe delen beschikbaar zijn. Het is bekend dat deze schaars zijn.

gegevens reikten tot circa -15 m NAP en omvatten dus niet de diepe putten. Hoe verslibbing zich op de lange termijn van 30 jaar zal ontwikkelen is evenmin bekend.

Omdat het slib naast anorganisch materiaal bestaat uit organisch materiaal, zal de import ook resulteren in een toename van de zuurstofvraag. Zodra er sprake is van stratificatie kan de zuurstofvraag alsnog leiden tot zuurstofarme condities.

Wat zijn de te verwachten effecten op de Voordelta?

Er is geen aanleiding geweest om naar de effecten in de Voordelta op slib is onderzoek uit te voeren. De expertsessie Morfologie Voordelta heeft aangegeven dat geulen die dichtbij de doorlaat liggen en die zich de afgelopen decennia hebben opgevuld, zullen uitschuren (Houtekamer en Van Kleef, 2016a). Het slib dat zich in deze geulen bevindt, zal zich verspreiden en herverdelen over de Voordelta en eventueel het Grevelingenmeer. Na een snelle aanpassing worden geen substantiële effecten op de Voordelta verwacht.

Zijn de effecten verschillend voor een doorlaatmiddel of een getijdencentrale?

Het effect op slib op de bodem hangt alleen af van de hoeveelheid water die uitgewisseld wordt tussen de Noordzee en het Grevelingenmeer (import) en de resulterende stroomsnelheden (bezinking en erosie). Omdat deze hoeveelheid in beide gevallen gelijk is, wordt er geen verschil verwacht tussen een doorlaatmiddel of een getijdencentrale.

Hoe is deze kennis tot stand gekomen?

Hoeksema (2002) beschrijft dat tussen 1972 en 1992 de westelijke, diepe putten van Scharendijke en Den Osse enkele centimeters per jaar ondieper worden en geeft aan dat 'door duikers resten van algenmateriaal op de bodem van de putten zijn gevonden tot een halve meter dik.' Lengkeek *et al.* (2007) hebben in vier putten op in totaal 10 locaties tot 15 meter diepte (video)opnames uitgevoerd. In het westen (Den Osse, Springersdiep) en midden (Dreischor) werd meestal een sliblaag van 20 cm gerapporteerd en een keer 'enkele cm'. In het oosten (Bocht van St. Jacob) was de sliblaag 30-40 cm. NIOZ (2015) beschrijft recent onderzoek waarin een sliblaag van enkele meters dikte aangetroffen is in Den Osse. Het beschreven materiaal is zeer fijn en zeer makkelijk erodeerbaar. NIOZ (2015) geeft aan dat het fijne materiaal in een groot deel van het Grevelingenmeer aanwezig is. Tenslotte zijn door Deltares (2015) bodemonsters van zes locaties in het Grevelingenmeer geanalyseerd. De dikte van de sliblaag varieerde van afwezig tot meer dan 1 m. Het totaal organische koolstof percentage varieerde tussen 5% en 8% (n=5) en was eenmaal duidelijk lager met 0,8%.

Naar de import, sedimentatie en (her)verdeling van het slib is met modelonderzoek beperkt onderzoek gedaan (Witteveen + Bos, 2011; Deltares, 2008, 2011). Witteveen + Bos (2011) hebben de erosie van een aanwezig slibpakket gemodelleerd en berekent dat erosie beperkt zal zijn tot de kortsluitgeul tussen de noordelijke en zuidelijke geul. Het is de vraag of in dit model voldoende rekening is gehouden met de ruimtelijk variërende erodeerbaarheid, met name met de door NIOZ gerapporteerde zeer makkelijke erodeerbaarheid van het fijne materiaal in de diepe putten. In Deltares (2008, 2011) is de toegenomen import van organisch materiaal en het effect daarvan op de zuurstofhuishouding gemodelleerd. Anorganisch slib is niet gemodelleerd. Er is nog enige onzekerheid of de gecombineerde modellering van slibdynamiek en zuurstofhuishouding kan leiden tot een substantieel andere conclusie voor het effect van 50 cm getij.

Wat zijn de resterende kennisvragen?

Er zijn twee resterende kennisvragen. De eerste kennisvraag gaat over de interactie tussen de slibhuishouding en de zuurstofhuishouding en de tweede kennisvraag over de interactie tussen de het slibpercentage van de bodem (optreden verslibbing?) en het bodemleven.

1) Slibhuishouding en zuurstofhuishouding

Uit de beschikbare onderzoeken komt naar voren dat de omvang en samenstelling van het slibpakket op de bodem van het Grevelingenmeer maar in beperkte mate bekend is. Vooral dieper dan -15 m NAP zijn weinig gegevens aanwezig. Daarom is bijvoorbeeld niet bekend hoe veel slib in de afgelopen decennia geïmporteerd is en hoeveel de organische fractie heeft bijgedragen aan de zuurstofvraag. Evenmin is bekend hoeveel slib in de diepere delen afkomstig is van erosie van de intergetijdengebieden en (voor)oevers. De ruimtelijke dimensie van het slibpakket – waar ligt het met welke dikte? – is slechts sporadisch bekend.

Ook uit de expertsessie Slib Grevelingenmeer kwam naar voren dat meer kennis van de slibdynamiek nodig is (Houtekamer en Van Kleef, 2016b). Samengevat is het nodig om de zuurstofhuishouding in relatie tot de zuurstofvraag van de geïmporteerde slibdeeltjes nader te beschouwen, waarbij het flocculatiegedrag (dat wil zeggen de mate en snelheid van samenklitting en de resulterende valsnelheid) van de deeltjes meegenomen moet worden. Ook het effect van langjarig verhoogde slibimport op de slibverspreiding verdient aandacht.

2) Slibpercentage van de bodem en bodemleven

De Ontwikkelingschets Grevelingen (2006, pagina 18) geeft aan dat *‘in een vervolgstudie onderzocht moet worden of er substantiële verslibbing van het toekomstige intergetijdengebied verwacht kan worden.’* De Verkenning Grevelingen, water en getij (2009, pagina 37) benoemt als resterende kennisvraag: *‘Daarnaast ontbreekt nog voldoende kennis van de huidige situatie van het bodemleven, de omvang van de verslibbing en de daarmee samenhangende zuurstofproblematiek, de samenstelling van het slib en de mogelijkheden voor en effectiviteit van verwijderen van het slib.’*

Voor zover bekend zijn deze vragen over de omvang en mate van verslibbing niet onderzocht. Behalve in de geulen is verslibbing in ondiepe delen en het intergetijdengebied niet aangetoond en is geen op metingen gebaseerde onderbouwing van het effect tussen slib en (de achteruitgang van) het bodemleven beschikbaar. De aanname dat verslibbing optreedt en dat dat een negatief effect heeft op het bodemleven, lijkt vooralsnog gebaseerd op observaties en anekdotische gegevens. Wetsteijn (2011) constateert wel zogenaamde verworming wat aan verslibbing en zuurstofcondities wordt toegeschreven. Data-onderzoek en statistische analyses zijn echter niet bekend.

3.4 Natuur

3.4.1 Bodemleven en witte bacteriematten

De Rijksstructuurvisie (2014) heeft de volgende beschrijving uit de Natuureffectstudie (DLG, 2014) overgenomen: *“Onder water zal de zuurstofloosheid van de bodem in de Grevelingen in de autonome ontwikkeling toenemen in oppervlakte. In combinatie met uitbreiding van de witte bacteriematten, zal het bodemleven van de Grevelingen geheel verdwijnen en in het kielzog daarvan de vissen en waterplanten van het meer.”* Wij achten deze beschrijving onjuist:

!

- Er zijn geen analyses bekend die aangeven dat de zuurstofhuishouding verslechterd (zie ook §3.1.1). Het ook nog eens extrapoleren als autonome ontwikkeling is dan ook niet op onderbouwde gronden gebaseerd.
- Het is volstrekt onwaarschijnlijk dat al het bodemleven en alle vissen en waterplanten uit het hele Grevelingenmeer zullen verdwijnen. Mogelijk doelt DLG (2014) op delen onder een bepaalde diepte, bijvoorbeeld -15 m NAP.

Wat zijn de te verwachten effecten op het Grevelingenmeer?

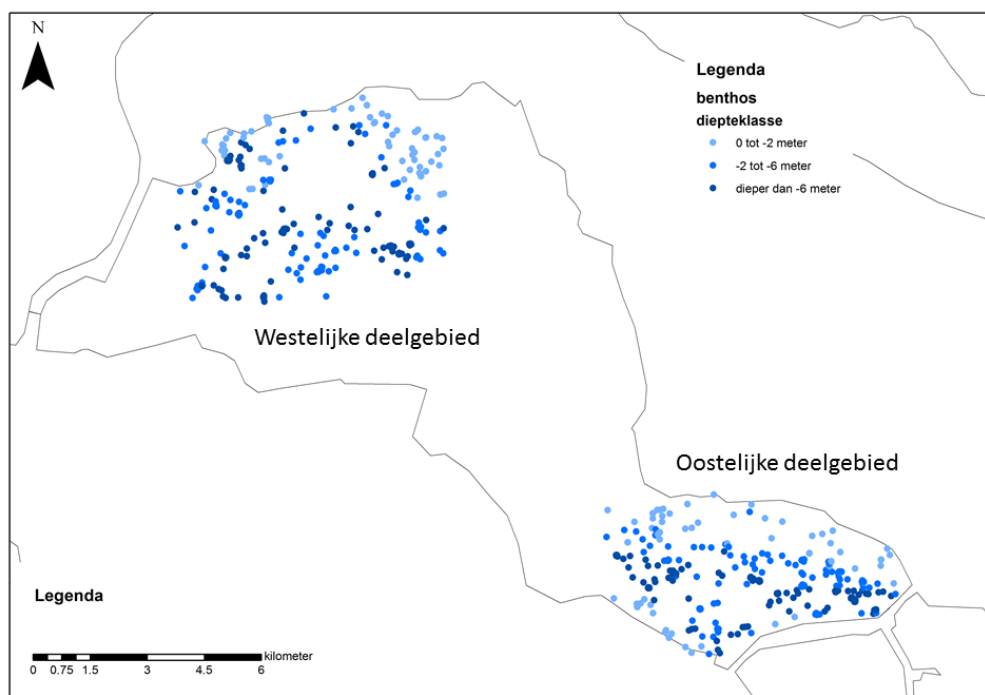
De problemen met de zuurstofhuishouding worden als voornaamste oorzaak van de ongewenste toestand van het bodemleven aangemerkt. De witte matten veroorzaakt door de *Beggiatoa* bacterie worden als belangrijke indicator van de slechte toestand gezien. DLG (2014) vermeldt dat “in de jaren 2005, 2006 en 2010 is in de Grevelingen grote sterfte van bodemleven (macrobenthos) is geconstateerd als gevolg van deze omstandigheden. In 2006 trad ook oestersterfte op.” Referenties naar deze constatering ontbreken, zodat niet bekend is op welke gegevens deze melding is gebaseerd.

Van het verbeteren van de zuurstofhuishouding (zie §3.1.1) wordt daarom een positief effect verwacht op het bodemleven. De witte matten veroorzaakt door de *Beggiatoa* bacterie komen voor op het grensvlak van een zuurstofloze bodem en een waterkolom waarin nog zuurstof aanwezig is. Niet bekend is of er grenzen zijn aan de zuurstofconcentratie in de waterkolom waarbij *Beggiatoa* nog voorkomt. Deltares (2012) poneert de volgende effectketen voor het ontstaan van de matten en het achterblijven van herstel van bodemleven:

- Een locatie met een gezond bodemleven krijgt te maken met zuurstofarme of zelfs zuurstofloze condities, waardoor het bodemleven afsterft.
- De zuurstofarme condities zijn het gevolg van de stratificatie die kenmerkend is voor de huidige toestand van het Grevelingenmeer en het gevolg is van het huidige (water)beheer. In dit diepe meer met weinig dynamiek ontstaat hoe dan ook stratificatie, waarbij temperatuurstratificatie en zoutstratificatie samenspelen.
- Als de zuurstofconcentratie weer toeneemt – door verticale menging of door doorspoeling met zuurstofrijker water – ontwikkelen de *Beggiatoa* bacteriën zich als eerste. De bodem is nog zuurstofloos en sulfiderijk, terwijl de waterkolom zuurstof bevat. *Beggiatoa* kan deze locaties snel koloniseren.
- Kolonisatie door andere organismen volgt langzaam. Onderzoek van Bureau Waardenburg heeft dat duidelijk aangetoond door vergelijking van de gegevens voor aug/sept 2010 en maart 2011 (Lengkeek *et al.* 2010, Lengkeek en Bouma 2011). Mogelijk wordt kolonisatie vertraagd door de aanwezigheid van *Beggiatoa*, maar dat is niet duidelijk. Daarvoor zijn te weinig gegevens beschikbaar.
- Door de afwezigheid van bodemdieren wordt de bodem niet omgewoeld (er is geen bioturbatie). Dit betekent dat zuurstof uit de waterkolom – als het weer aanwezig – alleen door diffusie de bodem indringt. Dit is een zeer traag proces. Omdat afbraak van organisch materiaal in de bodem wel doorgaat, zal daar juist sulfide door sulfaatreductie gevormd worden. De aanwezigheid van *Beggiatoa* op het grensvlak sulfide-zuurstof lijkt zelfversterkend, omdat het de indringing van zuurstof tegengaat en de afwezigheid van omwoelende bodemdieren in stand houdt of vertraagt.
- Lengkeek en Bouma (2011) constateren dat zich na enkele (winter)maanden nog geen gezond bodemleven heeft hersteld. Voordat het bodemleven zich volledig heeft kunnen herstellen vindt er weer een zuurstofarme periode plaats, die het bodemleven andermaal afremt of doet afsterven. Kortom, door de steeds terugkerende zuurstofarme perioden krijgt het bodemleven niet de kans zich te herstellen en blijven de condities voor *Beggiatoa* juist optimaal.

Als deze aannames juist zijn, dan zal een duurzaam herstel van de zuurstofconcentratie leiden tot blijvende rekolonisatie van de bodem. Door gezonde bioturbatie kan het bodemleven zich nog verder herstellen. De uitgebreide aanwezigheid van witte matten zou substantieel verminderen.

Arcadis (2013) heeft de BIOMON gegevens van macrobenthos over de periode 1992-2010 statistisch geanalyseerd op trend in de tijd en op verklarende factoren. Er is daarbij onderscheid gemaakt tussen de het westelijke en oostelijke deelgebied, tussen drie diepteklassen en tussen de voorjaars- en najaarsbemonstering (Figuur 3.3). De conclusies zijn genuanceerd. Er wordt soms een statistisch significante neergaande trend geconstateerd in dichtheid en biomassa, maar uitgesplitst naar deelgebied en diepteklasse is het beeld niet gelijk. Een reden kan zijn dat het aantal data afneemt bij uitsplitsing, waardoor statistische significantie minder snel optreedt. Vooral in het westelijke deelgebied en in de ondiepe diepteklasse blijft een negatieve trend geconstateerd worden. Juist in ondiepe gebieden wordt minder invloed van de zuurstofhuishouding verwacht, zodat mogelijk andere factoren van belang zijn.



Figuur 3.3 Ligging van de macrobenthos bemonsteringspunten in de periode 1992-2010, per diepteklasse en deelgebied (overgenomen uit Arcadis, 2013).

Uit het statistisch onderzoek naar verklarende factoren wordt geen eenduidige conclusie getrokken: “Eigenlijk moet geconstateerd worden dat er geen eenduidige verklaring voor de afname op het niveau van het gehele gebied uit deze analyse gehaald kan worden” (Arcadis, 2013 p. 84). Er worden diverse significante factoren gevonden, maar deze zijn bijvoorbeeld verschillend voor het westelijke en oostelijke deelgebied of voor dichtheid en biomassa. Dit betekent dat uit deze studie niet afgeleid kan worden wat het effect van 50 cm getij op macrobenthos is.

Wat zijn de te verwachten effecten op de Voordelta?

Er is geen aanleiding geweest om de effecten op de Voordelta te onderzoeken.

Zijn de effecten verschillend voor een doorlaatmiddel of een getijdencentrale?

De verbetering van de zuurstofhuishouding is alleen afhankelijk van de hoeveelheid water die uitgewisseld wordt tussen Noordzee en Grevelingenmeer. Aangezien de hoeveelheid water gelijk is voor een doorlaatmiddel en een getijdencentrale, is er dus geen verschil voor de zuurstofhuishouding en daarmee niet voor het bodemleven en de witte *Beggiatoa* maten.

Hoe is deze kennis tot stand gekomen?

De basiskennis van het bodemleven en de *Beggiotoa* matten is al langer bekend en wordt bijvoorbeeld in Hoeksema (2002) beschreven. Gegevens over voorkomen en verspreiding zijn systematisch bekend uit een drietal opnames door Bureau Waardenburg (Lengkeek *at al.* 2010, Lengkeek en Bouma 2011, Didderen 2013). Daarbuiten is alleen anekdotisch en sporadisch informatie beschikbaar. Statistische analyse van de macrobenthosgegevens is door Arcadis (2013) uitgevoerd.

Wat zijn de resterende kennisvragen?

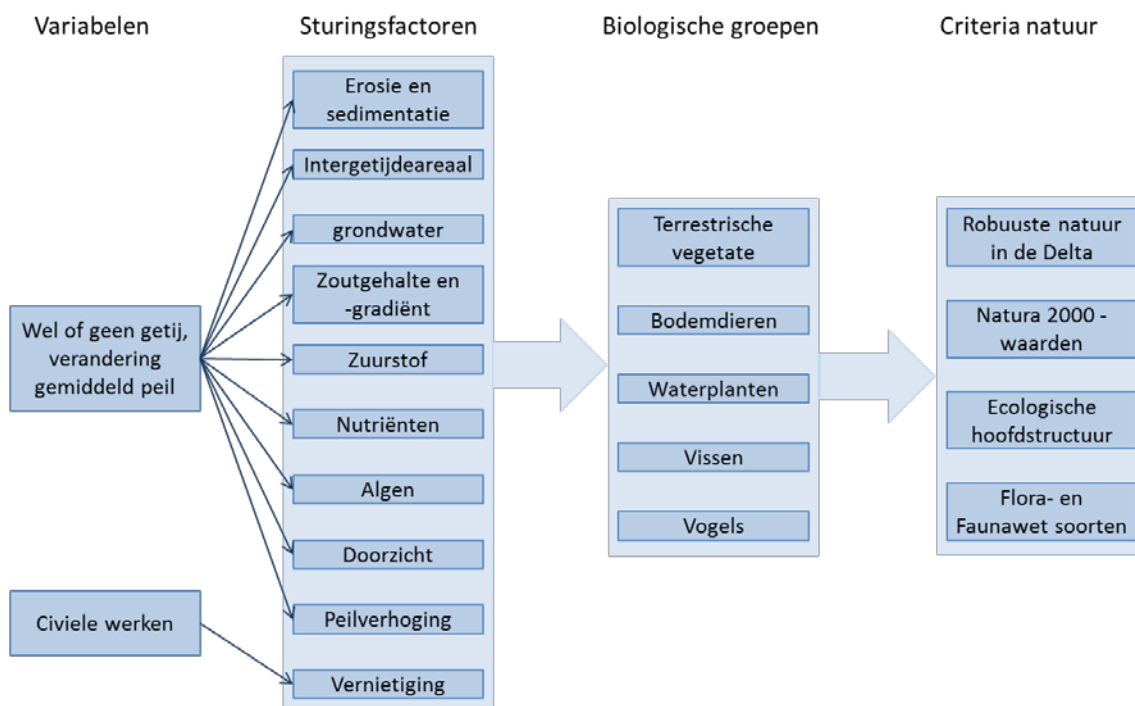
De kennisvraag 'wat verklaart de trend in dichtheid, biomassa en aantal soorten van macrobenthos?' die in Arcadis (2013) is opgepakt, is nog niet eenduidig beantwoord. Daarmee is de kennisvraag hoe macrobenthos zich ontwikkelt bij 50 cm getij evenmin kwantitatief onderbouwd te beantwoorden. Echter, er is geen reden om negatieve effecten te verwachten, omdat meer dynamiek over het algemeen als gunstig wordt beschouwd. Wij verwachten niet dat aanvullend onderzoek meer zekerheid zal opleveren. Alleen monitoring en lerend implementeren na opening van de doorlaat in de Brouwersdam zal uitsluitsel kunnen geven.

Eerdere rapporten stellen de hypothese dat verslibbing van de bodem invloed heeft op het bodemleven en als knelpunt wordt gezien (Ontwikkelingsschets Grevelingen 2006, Grevelingen, water en getij 2009). De tweede in §3.3 geïdentificeerde kennisvraag met betrekking tot de slibimport, de verdeling van slib en potentiële verslibbing in het Grevelingenmeer is een resterende kennisvraag of en in welke mate het bodemleven beïnvloed wordt door de veranderingen in de slibdynamiek.

3.4.2 Overig natuur

In deze paragraaf gaan we kort in op de overige componenten van natuur: Vegetatie en habitats, vogels, vissen, (zee)zoogdieren en bodemdieren. Het effect van 50 getij op het Grevelingenmeer staat beschreven en samengevat in de Natuureffectstudie (DLG, 2014), waarbij gebruik gemaakt wordt van sturingsfactoren om het effect op biologische groepen in te schatten (Figuur 3.4). De verandering van sturingsfactoren is kwantitatief onderbouwd, terwijl de daarop gebaseerde effectbeoordeling op biologische groepen een (kwalitatief) deskundigenoordeel is. Dit syntheserapport beperkt zich tot de sturingsfactoren die in de vorige paragrafen al orde zijn gekomen inclusief de resterende kennisvragen. Het oordeel uit de Natuureffectstudie wordt hier voor de volledigheid kort overgenomen.

Wij zien vooralsnog geen aanleiding voor een andere beoordeling.



Figuur 3.4 Schema van de factoren die beïnvloed (kunnen) worden door de variabelen waarop de alternatieven zijn gebaseerd, de betekenis voor biologische groepen en het verband met de criteria natuur waarop de alternatieven worden beoordeeld (Aangepast van Figuur 12 in DLG, 2014 – alleen relevante factoren voor 50 cm getij Grevelingenmeer zijn opgenomen.)

Wat zijn de te verwachten effecten op het Grevelingenmeer?

Het is belangrijk te onderkennen dat de terrestrische habitats op de eilanden en de oevers/buitendijkse gebieden van de Grevelingen deels nog in transitie zijn van estuariene schorren en slikken naar zoete, permanent droog gevallen habitats. In sommige delen is de successie al ver gevorderd en zijn bossen ontstaan. In andere delen wordt door beheer de successie gecontroleerd en is nu pioniervegetatie of graslanden aanwezig. DLG (2014): 'Zonder beheer ontstaat op de niet zilte gronden vrij snel struweel en bos, zoals in verschillende gebieden al te zien is.'

50 cm getij resulteert direct in intergetijdengebied wat ten koste gaat van areaal permanent droogstaand gebied. Omdat de zoutinvloed boven de gemiddelde waterlijn sterk zal toenemen, remt dit vegetatiesuccessie waardoor meer ruimte ontstaat voor pionierssituaties met de bijbehorende terrestrische zilte vegetaties wat meer overeenkomt met de situatie van voor de Deltawerken. Deze uitbreiding gaat logischerwijs ten koste van het areaal terrestrische zoete vegetaties die zich ontwikkeld hebben na de afdamming en de verzoeting van de platen. De afweging en discussie komt ook aan de orde in het Natura 2000 Beheerplannen Deltawateren.

De meest recente raming van het areaal intergetijdengebied is circa 1400 ha (tussen -0,45 m NAP en +0,05 m NAP; zie ook voetnoot in §3.2). DLG (2014) geeft aan dat 'niet precies te zeggen [valt] of dit gebied zich zal gaan ontwikkelen tot een ecologisch waardevol intergetijdengebied'. Er komen betere perspectieven voor de habitats Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur en zeekraal), Brakke ruigten en zomen en Schorren en zilte graslanden (buitendijks).

Bodemdieren

De introductie van getij heeft positieve gevolgen voor het bodemleven in de ondiepe en periodiek droogvallende delen van de Grevelingen. De verversing van het systeem met zuurstofrijk water heeft daarnaast een positief effect op het bodemleven in de diepere delen van het Grevelingenmeer en daarmee op het totale water(eco)systeem. Witte bacteriematten en zichtbare schade aan het bodemleven zullen minder verspreid over het meer voorkomen dan in de huidige situatie.

Schaal- en schelpdieren

De draagkracht voor filter-feeders als mosselen en oesters zal toenemen in de nieuwe situatie als gevolg van de toename in stikstofbeschikbaarheid en daardoor toenemende primaire productie ofwel voedselbeschikbaarheid.

Waterplanten

Omdat de zuurstofloosheid voornamelijk op de diepere delen van De Grevelingen voorkomt, is ten opzichte van de referentiesituatie, niet een groot positief effect te verwachten op de waterplanten. Omdat de laatste jaren de zuurstofloosheid echter ook op ondiepere plekken (<5 m) voorkomt, worden toekomstige negatieve effecten op de waterplanten wel voorkomen door de introductie van het getij.

Zeegras

Waarschijnlijk is terugkeer van zeegras in de Grevelingen alleen mogelijk door herintroductieprogramma's met soorten die minder gevoelig zijn voor een hoge saliniteit (Wetsteijn, 2011).

Vissen

De afname van de zuurstofloosheid en het verdwijnen van de witte matten heeft een positief effect op met name de bodemvissen in de Grevelingen. In de huidige situatie komen die slechts op een beperkt oppervlakte voor.

De verbinding van het Grevelingenmeer met de Noordzeekustwateren zal van invloed zijn op het visbestand in het Grevelingenmeer. Niet alleen zuurstofrijk water zal binnen stromen maar ook vis en vislarven (glasaal). Te verwachten soorten die het Grevelingenmeer binnen migreren zijn met name juveniele platvissoorten als schar, tong en schol alsook pelagische soorten als geep, harders en zeebaars. Bestanden kunnen zich bij een betere waterkwaliteit en voedselsituatie beter handhaven en ontwikkelen naar een hoger niveau dan in de huidige situatie.

Daarnaast kunnen ook trekvisen als zalm, fint, elft, rivier- en zeeperk in het Grevelingenmeer verschijnen die geen toegang naar de grote rivieren zullen vinden door de barrière die de Volkeraksluizen vormen voor migratie van vis tussen het Volkerak en het Hollandsch Diep. Mogelijk kan het Grevelingenmeer ook een kinderkamerfunctie krijgen voor pelagische visen als haring en sprong en zou er spiering en ansjovis kunnen komen zoals dat nu ook op de Oosterschelde en Westerschelde het geval is. De permanente open verbinding zal de uittrek van schieraal mogelijk vergemakkelijken. Voor kreeft lijkt de introductie van een getijdenritme niet van direct van invloed omdat ook in het getijdengebied de Oosterschelde kreeft kan gedijen. Verbetering van de waterkwaliteit zal mogelijk de ontwikkeling van kreeft ten goede komen. (IMARES, 2014a).

Vogels

De foerageergroep bodemfauna-eters profiteert van de mogelijke toename van ecologisch waardevol intergetijdengebied doordat het bodemleven in deze zone toeneemt en verbetert. De zuidwestelijke Delta vormt een belangrijk gebied voor deze vogels die het gebied als belangrijk foerageergebied gebruiken op hun migratieroute.

Doordat mogelijke negatieve effecten op waterplanten worden voorkomen bij de introductie van getij, worden ook negatieve effecten voorkomen op de foerageergroep waterplanteneters. De aanname is dat het opschuiven van de hoogwaterlijn en daarmee zoutinvloed, meer broedgelegenheid ontstaan voor kustbroedvogels. Mogelijk geeft de aanvullende natuureffectstudie hier meer antwoord op.

Zeezoogdieren

In de referentiesituatie zijn de migratiemogelijkheden voor zeezoogdieren tussen de Noordzee en de Grevelingen beperkt tot de openstaande sluis in de Brouwersdam. Met een doorlaat in de Brouwersdam zullen zeehonden en bruinvissen aangetrokken worden door de 'lokstroom' van deze extra doorlaat. Bij plaatsen van een getijdencentrale in die doorlaat verdwijnt deze migratiemogelijkheid en is de situatie weer vergelijkbaar met de referentiesituatie. Voor een getijdencentrale centrale gelden strenge eisen aan de passeerbaarheid om negatieve effecten voor passerende vissen en zeezoogdieren te voorkomen. Zoogdieren mogen nergens in aanraking komen met turbines.

Terrestrische vegetaties

De zoutinvloed boven de gemiddelde waterlijn zal sterk toenemen. Dit remt vegetatiesuccessie waardoor meer ruimte ontstaat voor pionierssituaties met de bijbehorende terrestrische zilte vegetaties. Deze uitbreiding gaat echter ten koste van het areaal terrestrische zoete vegetaties.

[Wat zijn de te verwachten effecten op de Voordelta?](#)

Het verslag van de Expertsessie Natuur Voordelta bevat een samenvatting van de verwachte effecten (Houtekamer en Van Kleef, 2016c).

[Zijn de effecten verschillend voor een doorlaatmiddel of een getijdencentrale?](#)

Voor de habitats en soorten is het getij verreweg de belangrijkste stuurfactor die verandert. Aangezien getij gelijk is voor een doorlaat en een getijdencentrale, wordt er geen verschil verwacht.

Er is wel een verschil voor die soorten die de doorlaat of de getijdencentrale passeren, omdat passage van de getijdencentrale schadelijk of zelfs dodelijk kan zijn voor individuen. Als te veel individuen schade ondervinden, ontstaat een negatief effect op de populatie. Aangezien aanleg van een getijdencentrale inhoudt in dat er een wering van gaaswerk wordt aangebracht om mortaliteit onder zeezoogdieren (zeehonden, bruinvissen, dolfinen) te voorkomen, is op zeezoogdieren geen effect te verwachten. Resteert het effect doorvispassage dat niet te voorkomen is. Aangenomen wordt dat eventuele vissterfte bij passage door een getijdencentrale enkel een negatief effect heeft op de bestanden van soorten die gedurende één fase van hun leven door de turbines passeren. Feitelijk is enkel eventuele vissterfte bij intrek naar het Grevelingenmeer van belang voor de omvang van het visbestand in het Grevelingenmeer. Aangenomen wordt dat eventuele vissterfte tijdens uittrek voor de meeste soorten een verwaarloosbaar effect heeft op de totale populatie die zich in de Voordelta/Noordzee bevindt. Tijdens de Expertsessie Natuur Voordelta werd de vraag gesteld of meerdere passages voldoende meegenomen zijn.

Hoe is deze kennis tot stand gekomen?

Deze paragraaf is grotendeels overgenomen uit de Natuureffectstudie (DLG, 2014).

Wat zijn de resterende kennisvragen?

Met betrekking tot overige natuur zijn er alleen resterende kennisvragen met betrekking tot vissen. Tijdens eerder onderzoek bleek dat er onvoldoende gegevens over de huidige visbestanden aanwezig waren om goede uitspraken te kunnen doen. Daarom wordt er in het najaar 2016, voorjaar 2017 en najaar 2017 aanvullende vismonitoring gedaan. Voorlopig neemt Rijkswaterstaat nu een norm op van 1% voor alle vis en 0,7% voor paling als uitgangspunt. Daarnaast is in de expertsessie Natuur Voordelta aanbevolen om onderzoek te doen naar het effect van meerdere passages.

De overige vragen hebben eerder betrekking op de sturingsfactoren en komen daar derhalve aan de orde (bijvoorbeeld slib), waarbij de doorvertaling naar natuur expliciet meegenomen zal moeten worden.

4 Samenvatting, prioritering resterende kennisvragen en vervolg

4.1 Samenvatting effecten op het natuurlijk systeem

Als we de uiteenlopende aspecten van het natuurlijk systeem, behandeld in hoofdstuk 3, vertalen in termen van wat verwacht kan worden als een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam operationeel wordt, dan doemt het volgende beeld op (zie ook Figuur 2.2):

- Het meest en ook direct zichtbaar zal de getijdenwerking zijn. Hoewel beperkt tot 50 cm zullen de oevers van de Grevelingen en de daarin liggende eilanden na 50 jaar weer deel gaan uitmaken van de getijdendynamiek op de Noordzee. Er ontstaat opnieuw een intergetijdengebied, volgens recente berekeningen van zo'n 1400 ha (maar andere schattingen zijn 640-1100 ha). De verwachting op de lange termijn is overigens dat het intergetijdenareaal langzaam zal afnemen. De opbouwende krachten van 50 cm getij zijn onvoldoende om de eroderende krachten van met name golven te compenseren. De enige bekende schatting voor de afname is 240 ha in 40 jaar tijd (De Jong en Van Maldegem, 2010).
- Minder direct zichtbaar maar qua impact van cruciaal belang is natuurlijk de verwachte verbeterde zuurstofhuishouding met het doorlaatmiddel. Verwacht wordt dat de witte bacteriematten, nu al aanwezig vanaf 3-4 meter, zullen verdwijnen en dat de mariene bodemgemeenschap met eencelligen, bacteriën, aaltjes, kreeftjes, wormen, zeesterren, schaal- en schelpdieren zich zal herstellen. Door de getijdynamiek wordt zowel de mate als de duur van stratificatie sterk verminderd, waardoor de zuurstofhuishouding verbetert. Het bodemareaal dat te maken krijgt met zuurstofarme of zuurstofloze condities in de waterkolom neemt volgens modelberekeningen 60% af. Alleen de diepe putten zullen nog met lage zuurstofconcentraties te maken kunnen krijgen. Van het areaal ondieper dan -15 m NAP wordt verwacht dat langdurige zuurstofarme condities hooguit sporadisch nog kunnen voorkomen.
- Door de grotere uitwisseling met de Voordelta verandert de waterkwaliteit in het Grevelingenmeer enigszins, waarbij de waterkwaliteit in beide wateren meer vergelijkbaar zal zijn. Met name de stikstofconcentratie is van belang, omdat primaire productie in het huidige Grevelingenmeer in het late voorjaar en de zomer stikstof gelimiteerd is. De i hogere stikstofconcentratie in de Voordelta zorgt ervoor dat de stikstofbeschikbaarheid toeneemt, waardoor primaire productie en chlorofyl-a concentratie toenemen en doorzicht afneemt.
- De geringe dynamiek in het huidige Grevelingenmeer heeft grote gevolgen voor het gedrag van slib, dat bestaat uit anorganische en organische deeltjes. Bekend is dat zich een pakket van (zeer) fijn slib heeft afgezet in de diepe putten, al is de precieze verspreiding en dikte van het pakket niet goed bekend. Het slib is waarschijnlijk afkomstig van import uit de Voordelta en van interne herverdeling van ondiepe naar diepe delen. Het wordt niet waarschijnlijk geacht dat het afgezette pakket grootschalig zal eroderen en voor langdurige vertroebeling zal zorgen.

- Door de grotere uitwisseling met de Voordelta zal de import van slib toenemen. Niet bekend is hoeveel de import toeneemt, hoe dit slib zich verdeelt over de ondiepe en diepe delen en west en oost, en in welke mate de organische fractie de zuurstofhuishouding beïnvloedt. Deze beïnvloeding verloopt direct door de afbraak van het organisch materiaal en indirect door de extra nutriënten in het organisch materiaal die na vrijkomen beschikbaar komen voor algengroei en na afsterven weer voor een zuurstofvraag zorgen.
- Voor het bodemleven wordt verwacht dat de verbeterde zuurstofcondities zorgen voor betere condities. Omdat het bodemleven niet zal verdwijnen door zuurstofarme condities (behalve in diepe putten), zullen witte *Beggiatoa* maten geen of veel minder kans krijgen zich te ontwikkelen. Hoe de biomassa en de dichtheid van het bodemleven zich zullen ontwikkelen is niet kwantitatief bekend.
- Voor de hogere trofische niveaus zijn de abiotische randvoorwaarden en voedselaanbod via primaire productie sturend. Zoals hierboven aangegeven is over het algemeen bekend hoe deze zich zullen ontwikkelen bij 50 cm getij.
- In de Voordelta zijn morfologische veranderingen het belangrijkste effect. In de aan- en uitstroming van de doorlaat zal geulvorming optreden, waarbij een gedeeltelijk herstel van de oorspronkelijke patronen van voor de Deltawerken te verwachten is. Een aandachtspunt is de ontwikkeling van de Bollen van de Ooster en in het bijzonder of deze zullen aanlanden op de kust van Goeree. Dit is niet bekend in de autonome ontwikkeling, laat staan dat het effect van de doorlaat in de Brouwersdam bekend is.

4.2 Beoordeling voldoende kennisbeschikbaarheid

In Tabel 4.1 vatten we de kennisbeschikbaarheid samen voor de effecten op Grevelingenmeer en Voordelta. We maken daarbij onderscheid tussen voldoende zeker en onzeker. Daarnaast geven we aan of naar onze mening aanvullend onderzoek nodig is voor besluitvorming.

Het is belangrijk om goed stil te staan bij wat we hier bedoelen. We hebben te maken met voorspellingen en dus per definitie met onzekerheid. Wij geven aan wanneer naar onze mening als onderzoekers de onzekerheid in de voorspelling dermate groot is dat het besluitvorming zou kunnen belemmeren. Wij wegen daarbij mee of met aanvullend onderzoek meer zekerheid verkregen kan worden. Als aanvullend onderzoek niet meer zekerheid kan bieden, bijvoorbeeld omdat er geen gegevens zijn of omdat alleen zeer uitgebreid onderzoek mogelijk uitkomst zou kunnen bieden, is onze beoordeling toch 'voldoende zeker'. Daarmee bedoelen we dus dat besluitvorming het met de thans beschikbare kennis zal moeten doen.

Een tweede opmerking bij Tabel 4.1 is dat we het hebben over verdiepend onderzoek naar nieuwe kennis, niet naar toepassing van beschikbare kennis voor bijvoorbeeld alternatieven. Zo zou voor een bepaalde variant het areaal intergetijdengebied nog niet bekend kunnen zijn, maar is voldoende kennis (gegevens en methode) aanwezig om het uit te rekenen.

Tenslotte merken we in algemene zin op dat in de Rijksstructuurvisie gesproken wordt over het zichtjaar 2035, maar dat geen van de onderzoeken een concrete uitspraak doet over dit zichtjaar. Voorspelling van het effect van 50 cm getij beschouwen ofwel het onmiddellijke effect of het effect na een aantal jaar, maar niet per se de ontwikkeling tot het zichtjaar 2035.

Wij verwachten niet dat nader onderzoek hier veel over zou kunnen zeggen. In algemene zin bevelen we daarom aan om hier in de planuitwerking nadrukkelijker bij stil te staan.

Tabel 4.1 Overzicht beschikbare kennis met beoordeling voor (on)zekerheid onderbouwing voor besluitvorming.

	Voldoende zeker	Onzeker	Kennisvraag voor volgende fase?
Grevelingenmeer			
Areaal intergetijdengebied	✓		Nee
Afname areaal intergetijdengebied	✓		Nee
Zuurstofhuishouding → areaal zuurstofarme bodem	✓	(✓)	Ja, relatie met slib
Nutriënten, algen en doorzicht	✓		Nee
Verontreinigingen	✓		Ja, omissie [#]
Slibhuishouding → erosie huidige bodem	✓		Nee
Slibhuishouding → verspreiding slibimport		✓	Ja, relatie met zuurstof
Bodemleven incl. <i>Beggiatoa</i>	✓		Nee
Habitats en hogere trofische niveaus	✓		Nee
Voordelta			
Morfologie Voordelta algemeen	✓		Nee
Ontwikkeling Bollen van de Ooster → Aangroei aan kust Goeree		✓	Ja
Veiligheid kust Schouwen		✓	Ja, bij zuidlocatie
Habitats en hogere trofische niveaus	✓		Nee

[#] Voor verontreinigingen is de bijzondere situatie dat wij denken dat er voldoende kennis is om het effect van 50 cm getij aan te geven, maar dat de m.e.r. er geen uitspraak over doet.

4.3 Resterende kennisvragen en prioritering

Een kennisvraag is 'resterend' als het aan twee voorwaarden voldoet: 1) Verdere onderbouwing en/of verkleining van de onzekerheid is nodig, en 2) Verkleining van onzekerheid is mogelijk met praktisch realiseerbaar onderzoek.

In hoofdstuk 3 zijn zes resterende kennisvragen geïdentificeerd, waarvan er vijf later tijdens de planuitwerking uitgewerkt kunnen worden (

Tabel 4.3). Een kennisvraag beoordelen wij als een hoge prioriteit en waarvan wij aanbevelen dat die voor de planuitwerking uitgewerkt wordt (Tabel 4.2). In bijlage **Error! Reference source not found.** is met betrekking tot de keuze voor de zuidlocatie een kennisvraag geïdentificeerd met betrekking tot de veiligheid van de kust van Schouwen. Als de zuidlocatie een optie is, bevelen wij aan om deze vraag ook voor de planuitwerking uit te werken (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Resterende kennisvragen die voor de planuitwerking uitgewerkt zouden moeten worden.

Onderwerp	Kennisvraag	Prioriteit
Slib- en Zuurstofhuishouding	<p>1. Uit de beschikbare onderzoeken komt naar voren dat de omvang en samenstelling van het slibpakket op de bodem van het Grevelingenmeer maar in beperkte mate bekend is. Vooral dieper dan -15 m NAP zijn weinig gegevens aanwezig. Daarom is bijvoorbeeld niet bekend hoe veel slib in de afgelopen decennia geïmporteerd is en hoeveel de organische fractie heeft bijgedragen aan de zuurstofvraag. Evenmin is bekend hoeveel slib in de diepere delen afkomstig is van erosie van de intergetijdengebieden en (voor)oevers. De ruimtelijke dimensie van het slibpakket – waar ligt het met welke dikte? – is slechts sporadisch bekend.</p> <p>Ook uit de expertsessie Slib Grevelingenmeer kwam naar voren dat meer kennis van de slibdynamiek nodig is (Houtekamer en Van Kleef, 2016b). Samengevat is het nodig om de zuurstofhuishouding in relatie tot de zuurstofvraag van de geïmporteerde slibdeeltjes nader te beschouwen, waarbij het flocculatiegedrag (dat wil zeggen de mate en snelheid van samenklitting en de resulterende valsnelheid) van de deeltjes meegenomen moet worden.</p> <p>Tenslotte is het voor het bepalen van de slibimport nodig om te weten wat de samenstelling van het slib in de Voordelta is. In de waterkolom zijn naast de concentratie ook de korrelgrootteverdeling en het percentage organische materiaal van belang. De bodemsamenstelling van de bodem van de Voordelta is van belang voor zover het gebieden betreft die zouden kunnen eroderen door de morfologische aanpassing. Als dat slibrijke gebieden zijn, is in ieder geval tijdelijk een hogere slibimport mogelijk.</p>	<p>Voor Planuitwerking</p>

Morfologie In relatie tot veiligheid	2. Bij een doorlaat in de zuidlocatie ontstaat sterke stroming langs de kust van Schouwen. Het is niet bekend in hoeverre de stroming de morfologische ontwikkeling en uiteindelijk van de kuststabiliteit beïnvloedt. Het is aannemelijk dat aanvullende harde en/of zachte kustbescherming nodig is. Indien de zuidlocatie overwogen wordt, heeft deze kennisvraag een hoge prioriteit. Bij keuze voor de noordlocatie is deze kennisvraag niet van toepassing.	Voor Planuitwerking
---	--	--------------------------------

Tabel 4.3 Resterende kennisvragen die tijdens de planuitwerking uitgewerkt kunnen worden.

Morfologie In relatie tot Natuur	<p>3. Dat er in het Grevelingenmeer intergetijdengebied ontstaat is vanzelfsprekend. Hoe het areaal intergetijdengebied en de bijbehorende vooroever zich zal ontwikkelen is niet zeker, maar een afname is waarschijnlijk, overigens in vergelijkbare mate als in de huidige situatie zonder getij. Voor het doen van meer concrete prognoses op lange termijn zou ook meer bekend moeten zijn omtrent de ondergrond qua mogelijke aanwezigheid van slecht erodeerbare lagen. Verder (model)onderzoek zal de onzekerheid niet wezenlijk kunnen verkleinen, zodat beoordelingen voor bijvoorbeeld natuur beter met kansen- en risicobandbreedtes kunnen werken.</p>	Tijdens Planuitwerking
	<p>4. Het is nog onduidelijk wat precies de invloed van een doorlaat kan zijn op de Bollen van de Ooster en op de Schaar. Het vermoeden bestaat dat de kans op het vastgroeien van het platengebied aan Goeree toeneemt, maar de onzekerheid is groot. Ook is onzeker wat de invloed is op het platengebied en of dat positief of negatief is voor de natuurfunctie, afgezet tegen Natura-2000-doelstellingen, compensatiedoelstellingen voor Maasvlakte 2 en autonome ontwikkeling. Hieruit komt de vraag voort hier nader onderzoek naar te doen. Zowel gedetailleerde rekenkundige modellen als het bestuderen van ontwikkelingen bij het Haringvliet kunnen hierbij behulpzaam zijn.</p>	Tijdens Planuitwerking
Verontreiningen	<p>5. Het effect van 50 cm getij en de uitwisseling tussen Voordelta en Grevelingenmeer op verontreinigingen dient uitgewerkt te worden op basis van de beschikbare MWTL-metingen en KRW-toetsing.</p>	Tijdens Planuitwerking
Slib en bodemleven	<p>6. De Ontwikkelingsschets Grevelingen (2006, pagina 18) geeft aan dat <i>'in een vervolgstudie onderzocht moet worden of er substantiële verslibbing van het toekomstige intergetijdengebied verwacht kan worden.'</i> De Verkenning Grevelingen, water en getij (2009, pagina 37) benoemt als resterende kennisvraag: <i>'Daarnaast ontbreekt nog voldoende kennis van de huidige situatie van het bodemleven, de omvang van de verslibbing en de daarmee samenhangende zuurstofproblematiek, de samenstelling van het slib en de mogelijkheden voor en effectiviteit van verwijderen van het slib.'</i></p> <p>Voor zover bekend zijn deze vragen over de omvang en mate van verslibbing niet onderzocht. Behalve in de geulen is verslibbing in ondiepe delen en het intergetijdengebied niet aangetoond en is geen op metingen gebaseerde onderbouwing van het effect tussen slib en (de achteruitgang van) het bodemleven beschikbaar. De aanname dat verslibbing optreedt en dat dat een negatief effect heeft op het bodemleven, lijkt vooralsnog een nader te toetsen hypothese.</p>	Tijdens Planuitwerking

Vissen	<p>7. Met betrekking tot overige natuur zijn er alleen resterende kennisvragen met betrekking tot vissen. Tijdens eerder onderzoek bleek dat er onvoldoende gegevens over de huidige visbestanden aanwezig waren om goede uitspraken te kunnen doen. Daarom wordt er in het najaar 2016, voorjaar 2017 en najaar 2017 aanvullende vismonitoring gedaan. Voorlopig neemt Rijkswaterstaat nu een norm op van 1% voor alle vis en 0,7% voor paling als uitgangspunt. Daarnaast is in de expertsessie Natuur Voordelta aanbevolen om onderzoek te doen naar het effect van meerdere passages. Aanbevolen wordt om deze vraag mee te nemen in de analyse van de genoemde vismonitoring.</p>	Tijdens Planuitwerking
--------	--	---------------------------

4.4 Opties voor aanpak kennisvraag met hoge prioriteit

Vooralsnog is in dit document alleen de vraag met hoge prioriteit uitgewerkt, waarvoor aanbevolen wordt nog in de aanloop tot de planuitwerking een stap te zetten. De vragen met lage prioriteit hoeven volgens Deltares niet voor de dialoofase geadresseerd te worden.

Afhankelijk of relevant voor de keuze tussen noord- en zuidlocatie zal het mogelijke effect op de kustafslag van Schouwen onderzocht moeten worden. Deze aanpak is hier nog niet uitgewerkt.

Slib- en Zuurstofhuishouding

Uit de Expertsessie Slib van 25 mei 2016 is de vraag naar voren gekomen wat de slibimport van de Voordelta naar het Grevelingenmeer wordt bij een doorlaat en wat de consequenties daarvan zijn voor de zuurstofhuishouding. Hierbij wordt de korte termijn (0-10 jaar) als de lange termijn (50-100 jaar) onderscheiden. De slibbalans en de zuurstofhuishouding zijn nog niet volledige samenhang beschouwd, waardoor onzekerheid is gerezen over de mate en robuustheid waarin 50 cm getij de zuurstofhuishouding verbeterd (en als gevolg daarvan de verwachte verbeterde condities voor flora en fauna).

Aanbevolen wordt om voor de dialoofase een Expertsessie Slib- en zuurstofhuishouding Grevelingenmeer te organiseren waaraan deskundigen van RWS, NIOZ, Deltares, en mogelijk anderen intensief met elkaar het vraagstuk doornemen. Gedacht wordt aan twee sessies, waarbij tussen de twee sessie bepaalde vragen uitgezocht kunnen worden. Deltares kan het beschikbare modelinstrumentarium inzetten om gevoeligheidsanalyses mee uit te kunnen voeren, bijvoorbeeld het variëren van de slibimport of de flocculatie van slib. Zo kan berekend worden wat de invloed is van aannames op het berekende zuurstofarme areaal, wat vervolgens door de deskundigen meegenomen wordt in de beoordeling.

Voor de samenstelling van het slib in de waterkolom en de bodem van de Voordelta dient eerst een inventarisatie van beschikbare gegevens gemaakt te worden. Als daaruit blijkt dat onvoldoende gegevens beschikbaar zijn, kan een aanvullende bemonstering worden uitgevoerd. Deze inventarisatie van beschikbare gegevens wordt inmiddels door Rijkswaterstaat uitgevoerd.

5 Literatuur

- Arcadis, 2013: De ontwikkelingen van het macrobenthos in het Grevelingenmeer, 078021847078021847:A:A - Definitief, C03041.003067.01002013, 21 november 2013,
- Anoniem, 2012: MIRT-verkenning Grevelingen, Verkenningennota – Resultaten & Conclusies, mei 2012.
- ATKB, 2016: Door getidenturbines toelaatbare vissterfte in het Grevelingenmeer, Fase 1, F.T. Vriese en J. Hop, Rapportnummer 20141067/rap01, 15 januari 2016.
- Bureau Waardenburg, 2010: Herintroductie getij in de Grevelingen en effecten op natuur in intergetijdengebieden, R.J.W. van de Haterd, W. Lengkeek, S. Bouma en M.T. Collombon, Bureau Waardenburg, rapport nr. 10-079, 18 juni 2010
- Bureau Waardenburg, 2013: De verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer III, 2013.
- Bureau Waardenburg, 2014: KRW doelaflleiding Grevelingen en Volkerak, Afleiden MEP/GEP en effectinschatting voor de MER-RGV, K. Didderen, D. Wielakker en W. Lengkeek, in opdracht van Rijkswaterstaat Zee en Delta, Rapport nr. 14-001, 5 februari 2014.
- De Jong en Van Maldegem, 2010: Invloed getij op oevers Grevelingen, Huidige ontwikkeling en prognoses voor scenario's T50, T70 en T100, Dick de Jong & Dirk van Maldegem, Rijkswaterstaat Dienst Zeeland, 8 september 2010.
- Deltares, 2008: Verkenning oplossingsrichtingen voor een betere waterkwaliteit en ecologische toestand van het Grevelingenmeer, Arno Nolte, Tineke Troost, Gerben de Boer, Claudette Spiteri en Bregje van Wesenbeeck, Rapport Z4576, oktober 2008.
- Deltares, 2010a: Morfologische effecten van een getijdecentrale in de Brouwersdam, Zheng Bing Wang, Rapport 1201650, september 2010.
- Deltares, 2010b: Validatie van het 3D model voor het Grevelingenmeer voor hydrodynamica, waterkwaliteit en primaire productie, C. Spiteri en A.J. Nolte, Deltares rapport 1201650-000-ZKS-0016, december 2010.
- Deltares, 2011: Effect van herintroductie van getij op waterkwaliteit en ecologische toestand van het Grevelingenmeer, Scenarioberekeningen ten behoeve van de MIRT-Verkenning, A.J. Nolte en C. Spiteri, Deltares rapport 1201650-000-ZKS-0033, juni 2011.
- Deltares, 2012: Onderzoek naar de oorzaak en oplossing voor witte Beggiatoa matten op de bodem van het Grevelingenmeer: overzicht van feiten en hypothesen ten behoeve van de MIRT, Rapport 1201650-000-ZKS-0038, 2012.
- Deltares, 2013: Verwachte waterkwaliteit in een verbonden en zout Grevelingen - Volkerak-Zoommeer met getij, resultaten van 1D en 3D modellering, I. de Vries, Chris Sprengers, Arno Nolte, Bas Stengs, Otto Weiler en Tom Jongeling, Rapport 1207783-000-VEB-0011, november 2013.
- Deltares, 2015: Langjarige ontwikkeling en vergelijking van nutriënten aan de basis van de voedselketen in Rijkswateren: systematische analyse - een verkenningrapport, I. de Vries, R. Noordhuis en A.J. Nolte, in opdracht van Rijkswaterstaat en Deltares, Rapport 1221095, november 2015.

- Deltares, 2016: Resultaten bodemonsteranalyse Grevelingen en Volkerak-Zoommeer, T. van Kessel, M.R.A. Verheul, M.A. de Lucas Pardo en M.E. Ibanez, in opdracht van Rijkswaterstaat, Rapport 1220952, januari 2016.
- Didderen, 2013: De verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer III, Bureau Waardenburg, 2013.
- DLG, 2014: Natuureffectenstudie bij de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer Deel I, DLG augustus 2014.
- Haas, H., P. van der Linden en H. Holzhauer, 2006: Flakkeese spuisluis in ere hersteld; Studie naar de effecten van de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis op het Grevelingenmeer, Rapport RIKZ/2006.022, Rijksinstituut voor Kust en Zee.
- Hoeksema, H.J., 2002: Grevelingenmeer van kwetsbaar naar weerbaar? Een beschrijving van de ontwikkelingen van 1996 tot 2001 en een toetsing aan het beleid. RIKZ, drs. H.J.Hoeksema, 2002 Verkenning oplossingsrichtingen voor een betere waterkwaliteit en ecologische toestand van het Grevelingenmeer.
- Horvath & Partners, 2014: Onzekerheid rondom zuurstofgehalte, Notitie 14029-N-007.
- Houtekamer en Van Kleef, 2016a: Verslag Expertsessie Effecten van een doorlaat Brouwersdam op de morfologie van de Voordelta, 20 april 2016, In opdracht van Rijkswaterstaat Zee en Delta, 27 mei 2016.
- Houtekamer en Van Kleef, 2016b: Verslag Expertsessie Effecten van een doorlaat Brouwersdam op de slibhuishouding van de Grevelingen, Rotterdam, 25 mei 2016, In opdracht van Rijkswaterstaat Zee en Delta, 20 juni 2016.
- Houtekamer en Van Kleef, 2016c: Verslag expertsessie Effecten van een doorlaat Brouwersdam op de natuur van de Voordelta, 30 mei 2016, In opdracht van Rijkswaterstaat Zee en Delta, 2016.
- Lengkeek et al., 2007: Het effect van zuurstofdeficiëntie op het bodemleven in het Grevelingenmeer, Een blik onder water, Bureau Waardenburg, rapport nr. 07-18629, 2007.
- Lengkeek et al., 2010: De verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer, Onderzoek naar de effecten van zuurstofloosheid, Rapport 10-187, Bureau Waardenburg, 2010.
- Lengkeek en Bouma, 2011: De verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer II, Metingen van de nazomer 2010 en het eind van de winter 2011, rapport nr. 11-120, Bureau Waardenburg, 2011.
- IMARES, 2012: Peilverandering in de Zuidwestelijke Delta: Effecten op natuurwaarden en aquacultuur, Christiaan van Sluis en Pauline Kamermans, Rapport C041/12, juni 2012.
- IMARES, 2014a: Quick scan: Effecten zout getij Grevelingenmeer en Volkerak-Zoommeer op visserij en aquacultuur, J.W.M. Wijsman, P.C. Goudswaard, M.J.J. Kotterman en A.C.S. Smaal, februari 2014.
- IMARES, 2014b: Minimum zuurstofgehalte voor bodemdieren in het Grevelingenmeer, A.C. Smaal en J.W.M. Wijsman, Rapport C0xx/14, 8 december 2014.

- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014a: Ontwerp-rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer, oktober 2014.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014b: Milieueffectrapport bij de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer, oktober 2014.
- NIOZ, 2015: De zwarte doos van Pandora: Getij op de Grevelingen en de mogelijk negatieve implicaties op het Grevelingen ecosysteem, Een kritische analyse van de "Milieueffectrapport bij de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer", Prof. dr. ir. Filip J. R. Meysman, NIOZ Yerseke. Rijkswaterstaat Waterdienst, 2009: Brondocument waterlichaam Grevelingen,
- Rijkswaterstaat, 2009: Brondocument Waterlichaam Grevelingen. Doelen en maatregelen Rijkswateren.
- Rijkswaterstaat, 2012: Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015. Tussentijdse partiële herziening 2012, juni 2012.
- Rijkswaterstaat, 2015: Natura 2000 Ontwerpbeheerplan Deltawateren 2015-2021, Grevelingen. Rijkswaterstaat, januari 2015.
- Wetsteijn, 2011: Grevelingenmeer: meer kwetsbaar?, Een beschrijving van de ecologische ontwikkelingen voor de periode 1999 t/m 2008-2010 in vergelijking met de periode 1990 t/m 1998, L.P.M.J. Wetsteijn, RWS Waterdienst, Lelystad, 7 januari 2011.
- Wijnhoven en Hummel, 2009: Historische analyse exoten in de Zeeuwse delta. De opkomst, verspreiding, ontwikkeling en impact van exoten onder de macrofauna van het zachte substraat in de Zeeuwse brakke en zoute wateren, S. Wijnhoven en H. Hummel, KNAW-NIOO, 2009.
- Witteveen + Bos en Bureau Waardenburg, 2009: Notitie bouwstenen en kansrijke Oplossingsrichtingen. Onderdeel Verkenning Grevelingen, januari 2009
- Witteveen + Bos, 2011a: Morfologische beoordeling oevererosie en sliedsedimentatie Grevelingen, Rapport SDM113-4/abdm/010, oktober 2011
- Witteveen + Bos, 2011b: MIRT-verkenning Grevelingen. Milieueffectrapport deel B: bijlagen.
- Witteveen + Bos, 2012: Morfologische analyse Voordelta, M.H.P. Jansen, Rapport SDM113-4/abdm/011, 8 maart 2012.

A Uitgangspunten voor de locatie van een doorlaatmiddel

In de loop van de planvormingsfase zijn drie mogelijke locaties op verschillende manieren in onderzoek aan de orde geweest.

- Een locatie ten noorden van de Kabbelaarsbank (het noordelijk sluitgat),
- Een locatie in de Middelpaathaven,
- Een locatie ten zuiden van de Kabbelaarsbank (het zuidelijk sluitgat).

In de notitie “Optimale locatie(s) doorlaatmiddelen” uit 2008 concludeert Witteveen + Bos dat vanuit civieltechnisch aspect de zuidelijke locatie prevaleert boven een sluitgat in de Middenplaat en een noordelijk sluitgat. In de SNIP verkenning Grevelingen (preverkenning 2008-2009) wordt geconcludeerd dat de locatie Middelpaathaven minder geschikt is voor de realisatie van een doorlaatmiddel.

Het MIRT beslisdocument concludeert in 2010 dat de MIRT Verkenning alleen alternatieven meeneemt met een nieuw doorlaatmiddel in het noordelijk sluitgat. De overwegingen zijn dan:

- Dat de huidige Brouwerssluis ook tijdens de bouwfase in bedrijf kan blijven en kan blijven bijdragen aan de (beperkte) verversing van water en aan de uitwisseling van vissen en zeezoogdieren tussen Grevelingen en Noordzee.
- Daarnaast kent de dam op de noordlocatie een andere fysieke samenstelling dan de zuidlocatie waardoor het goedkoper is om een doorlaat hierin te maken.
- Ook is er in het noordelijk sluitgat meer ruimte en zijn de ontwikkelingsmogelijkheden voor andere functies (Schutsluis in combinatie met Jachthaven van de Toekomst) in het zuidelijk sluitgat groter.

In 2011 heeft Deltares modelmatig onderzocht wat de effecten van herintroductie van getij op de waterkwaliteit en ecologie zijn. Met betrekking tot de noord-zuid verschillen is geconstateerd dat de diepe putten (ca. 300-500 ha, = 3-5% van totaal oppervlak) bij de huidige Brouwerssluis in het zuidelijk deel van de Brouwersdam gevoelig blijven voor zuurstofarme condities.

In de MIRT verkenning Grevelingen (2010 – 2012) is er ten opzicht van de SNIP verkenning meer onderzoek gedaan naar een variant met een getijdencentrale. Dat heeft er toe geleid dat er nog een overweging is aan toegevoegd om te kiezen voor de noordlocatie, namelijk dat zeezoogdieren de getijdencentrale niet mogen passeren (door middel van een gaaswerk) en dus de mogelijkheid moeten behouden om via de Brouwerssluis (Zuid) te kunnen migreren. Tevens is in de MIRT verkenning voor een doorlaatmiddel inclusief getijdencentrale gekeken naar de effecten op de morfologie in de Voordelta en op de Grevelingen. Daarbij is, zoals ook in de MIRT Verkenning aan de orde was, alleen een noordlocatie in het onderzoek meegenomen.

Met betrekking tot overige verbeteringen van het natuurlijk systeem in Grevelingen en Voordelta heeft de MIRT Verkenning inclusief het onderzoek naar een variant met getijdencentrale dus geen nieuwe onderscheidende noord-zuid aspecten aan het licht gebracht. In de Rijksstructuurvisie Grevelingen Volkerak-Zoommeer is de argumentatie voor locatie is overgenomen uit de MIRT en niet meer getoetst.

Tijdens de expertsessies over het natuurlijk systeem die in het voorjaar 2016 zijn gehouden op de onderdelen morfologie, slib en natuur is het noord-zuid vraagstuk expliciet aan de orde geweest, met name in de sessies over morfologie en natuur (Houtekamer en Van Kleef, 2016a, 2016b, 2016c).

Een compleet overzicht van alle in de expertsessies genoemde argumenten staat in Tabel 0.1 aan het eind van deze bijlage. De oogst van deze sessies is dat eerdere constatering en uit onderzoek door experts onderschreven worden.

Relevant voor de noord-zuid locaties zijn dat de volgende punten:

- Gesteund door de modelberekeningen, zijn de aanwezige experts het erover eens dat een noordelijke doorlaat grotere invloed heeft en meer getijdynamiek toevoegt aan zowel de nabije ondieptes bij de Middelplaat als aan de verafgelegen Bollen van de Ooster. De invloed van een zuidelijke doorlaat is kleiner, omdat deze aansluit bij de bestaande grote, oude hoofdgeul en de structuur voor aan- en afvoer van water daar nog intact is.
- Er is een kans dat de zandplaten Bollen van de Ooster aan de noordzijde vastgroeien aan de kust van Goeree en er daarmee, net als recent bij de Verklikkerplaat, veel verstoring komt van zeehonden en vogels omdat de plaat bereikbaar wordt vanaf het vaste land voor zowel mensen als vossen (waar overigens maatregelen voor te nemen zijn). Het ligt niet in de rede dat de hele Bollen van de Ooster als één geheel vastgroeien aan de kust. Het doorbreken van de Bollen wordt eerder als een voordeel dan een nadeel gezien. Vermoed wordt dat de kans op vastgroeien groter is bij een nabijgelegen noordlocatie dan bij een verder van de Bollen af gelegen zuidlocatie. Of de kans significant verschilt, is niet bekend.
- Het is onwaarschijnlijk dat opwerveling van de bestaande sliblagen of slibrijke zandlagen voor langdurige, grote vertroebeling zorgt. De locaties van de doorlaat zijn daarbij niet onderscheidend.
- Een zuidelijke doorlaat brengt serieuze risico's met zich mee voor afslag van de kust van Schouwen.
- Door de krachtige ebstroom ontstaat een ontgrondingskuil aan de zeezijde van de doorlaat. Hier ligt slibrijk sediment dat zal eroderen. Er vindt momenteel (juli 2016) onderzoek plaats naar de ontwikkeling van ontgrondingskuilen aan weerszijden van de doorlaat.

De experts aanwezig bij de Expertsessie Morfologie (Houtekamer en Van Kleef, 2016a) vinden dat de verschillen tussen de morfologische effecten van een zuidelijke en een noordelijke doorlaat niet bepalend zijn voor de definitieve keuze, mits Rijkswaterstaat de directe effecten van ontgrondingskuilen op kusterosie onder controle houdt. Andere afwegingen, zoals de invloed op verversing van water in de Grevelingen, zijn van groter belang. Desgevraagd geeft de overgrote meerderheid van de experts aan een voorkeur te hebben voor een noordelijke doorlaat, tussen de Middelplaat en Goeree.

Tabel 0.1 Voor- en nadelen zuidelijke en noordelijke doorlaat

Zuid		Noord	
Voordeel	Nadeel	Voordeel	Nadeel
MORFOLOGIE			
Sluit aan op bestaande diepe getijgeul: rustiger patroon van morfologische aanpassingen	Minder herstel van getijdynamiek in groter kustgebied	Uitstroom in WZW-richting zorgt voor meer dynamiek in grotere kustgebied met nieuwe geul	
Kleinere kans op versterkte kusterosie door Schaar bij Goeree	Kleinere kans op vastgroei Bollen van de Ooster aan Goeree	Kans op vastgroei Bollen van de Ooster aan kust Goeree	Grotere kans op versterkte kusterosie door Schaar bij Goeree
	Kans op kusterosie door sterke uitstroom langs kust Schouwen (Noorderstrand, Renesse)	Sterke uitstroom is van kust af gericht: geen kans op directe kusterosie	
	Kans op erosie door neer in hoek van kust Schouwen, mogelijk strekdam nodig		Kans op erosie door neer in hoek van kust Goeree
			Verhindert migratie Middelpaats in noordelijke richting: strekdam en suppleties nodig
	Door ontgroning import van slibrijk sediment naar Grevelingenmeer. Meer slib dan bij Noord	Sediment naar Grevelingenmeer is wel minder slibrijk, minder vertroebeling	Door ontgroning mogelijk meer sediment naar Grevelingenmeer
	Bestorten ontgrondingskuil is moeilijker door slibrijke ondergrond		
	Minder ruimte voor ontgrondingskuil: eerder bestorting nodig		
	Door kleilagen in bodem kans op onregelmatige, onvoorspelbare erosie		
NATUUR			
	Beperkte dynamiek verwacht vanwege diepe geul.	Meer dynamiek verwacht door ondiepe geul	
	Brouwersluis als migratiedoorgang voor zeezoogdieren verdwijnt mogelijk.	Brouwersluis als migratiedoorgang voor zeezoogdieren kan open blijven.	

		Landwaartse verplaatsing Bollen van de Ooster vergroot kans op nieuwe dwarsgeulen.	Verandering Bollen van de Ooster heeft mogelijk impact op compensatiedoelstelling 2 ^e Maasvlakte.
	Meer vertroebeling in winterrustgebied Roodkeelduiker		
SLIB			
Geen langdurige grote vertroebeling door opwerveling		Geen langdurige grote vertroebeling door opwerveling	