



**Rijkswaterstaat Zeeland**  
*Ministerie van Verkeer en Waterstaat*



# Verkenning Grevelingen water en getij

Witteveen + Bos



# **Verkenning Grevelingen water en getij**

23 januari 2009

---

# Inhoudsopgave

---

## Samenvatting 5

### **1 Inleiding 10**

- 1.1 Aanleiding 10
- 1.2 Doelstelling 10
- 1.3 Aanpak en leeswijzer 12
- 1.4 Maatschappelijk context 13

### **2 Knelpunten en bouwstenen 15**

- 2.1 Knelpunten huidige situatie en autonome ontwikkeling 15
- 2.2 Onderzochte bouwstenen 19

### **3 Resultaten van de verkenning 22**

- 3.1 Inleiding 22
- 3.2 Kansrijke oplossingsrichting 22
- 3.3 Overige aspecten 26
  - 3.3.1 Bergen van rivierwater (Ruimte voor de Rivier) 26
  - 3.3.2 Getijenergie 27
  - 3.3.3 Recreatievaart 28
  - 3.3.4 Mogelijke aanvullende beheermaatregelen 29

### **4 Aanbevelingen 30**

- 4.1 Aanbevelingen voor nader onderzoek 30
- 4.2 Activiteiten met een m.e.r.-plicht 31

### **5 Beantwoording van de vragen 32**

### **Bijlage I. Doelen van de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000 38**

### **Colofon 40**

---

## Studiegebied Grevelingenmeer



---

# Samenvatting

## Aanleiding en doel

De ecologische toestand van het Grevelingenmeer is in de laatste decennia achteruit gegaan (Hoeksema, 2002). Door deze achteruitgang is het onduidelijk of de waterkwaliteit en ecologische toestand zal voldoen aan het streefbeeld voor 2015.

In het najaar van 2006 heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat de belofte gedaan een verkenning te starten naar vergroting van de doorlaat in de Brouwersdam. Rijkswaterstaat Zeeland heeft de verkenning uitgevoerd. De aanbevelingen van de Commissie Elverding en het advies van de Deltacommissie zijn in overleg met Directoraat-Generaal Water op hoofdlijnen meegenomen in deze verkenning.

Het doel van de verkenning is te onderzoeken of herintroductie van getij in het Grevelingenmeer mogelijk is en welke varianten daarvoor (grootte van het getij en locatie doorlaat) het meest haalbaar zijn. Met een herintroductie van getij wordt een verbetering van de waterkwaliteit (onder andere de zuurstofhuishouding) en versterking van de natuurwaarden (getijdennatuur) beoogd. Verder wordt herintroductie van getij door de omgeving gezien als een meerwaarde en impuls voor het gehele gebied, waardoor onder andere nieuwe economische ontwikkelingen worden gestimuleert. De meerwaarde van getij in de Grevelingen is door een groot aantal betrokken partijen uitgewerkt in "Zicht op de Grevelingen". Tenslotte moet in de verkenning duidelijk worden in hoeverre een combinatie van een doorlaat in de Brouwersdam met andere functionaliteiten, zoals een scheepvaartverbinding of een energiecentrale, realiseerbaar is.

De resultaten van de verkenning zijn beschreven in een aantal notities:

- Notitie 1: Knelpunten autonome ontwikkeling;
- Notitie 2: Bouwstenen en kansrijke oplossingsrichtingen;
- Notitie 3: Optimale locatie(s) doorlaatmiddelen;
- Notitie 4: Scheepvaart.  
Deze notitie is onder andere gebaseerd op de "Meerwaardestudie Grevelingen en Delta, schutsluis in de Brouwerdam" die in opdracht van het Natuur en Recreatieschap Grevelingen is uitgevoerd;
- Notitie 5: Civiele aspecten doorlaatmiddel Brouwersdam.  
Deze notitie is gebaseerd op een onderzoek dat door de TU Delft in opdracht van Delta N.V. is gedaan naar de haalbaarheid van een getijcentrale.

---

Er is een marktscan uitgevoerd en halverwege het traject is in samenwerking met het Natuur- en Recreatieschap de Grevelingen een kennisdag georganiseerd waarbij tussenresultaten van de Verkenning zijn toegelicht en besproken met stakeholders.

Alle bovengenoemde resultaten zijn samengevat in één hoofddocument: De verkenning Grevelingen water en getij.

### **Resultaat**

De ecologische toestand van het Grevelingenmeer is in de laatste decennia verder achteruit gegaan, ondanks dat het beheer van de Brouwerssluis een aantal malen is aangepast ten behoeve van de ecologie van het meer. Door deze achteruitgang is het onduidelijk of de ecologische toestand in 2015 zal voldoen aan doelen geformuleerd in de Kaderrichtlijn Water, Natura 2000, de Watervisie 'Nederland veroveren op de toekomst, kabinetsvisie op het waterbeleid' en het Omgevingsplan Zeeland 2006-2012.

### **Grevelingenmeer bij de Veermansplaat**



De belangrijkste knelpunten voor het Grevelingenmeer ten opzichte van geformuleerde concept doelen kunnen als volgt worden samengevat:

- de zuurstofloze condities in en nabij de bodem met negatieve gevolgen voor de ecologische toestand van het meer;
- de afname van geschikt broedgebied voor kustbroedvogels;
- een mogelijk verdere afname van visetende vogels;
- de verdwijning van zeegras;
- de grootschalige ophoping van zeesla.

---

Hoewel er geen doelen geformuleerd zijn voor de in de bodem aanwezige organismen in het Grevelingenmeer kan het verdwijnen van leefomstandigheden op de bodem een knelpunt vormen voor het bereiken van een goede ecologische toestand van het meer, zoals geformuleerd onder de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000. Verschuivingen in het bodemleven kunnen namelijk effecten hebben op vissen en vogels waarvoor doelstellingen geformuleerd zijn.

Voor gebruikers van de Grevelingen bestaan de knelpunten (in samenhang met de ecologische knelpunten) uit:

- het afsterven van commerciële oesterbanken door zuurstofarme condities;
- een sterke toename van Japanse oesters waardoor recreanten zich o.a. verwonden aan de scherpe randen van de oesters;
- het ontbreken van bodemleven in de diepere delen, waardoor de aantrekkelijkheid voor sportduikers vermindert.
- de grootschalige ophoping van zeesla, dat onder andere zorgt voor stankoverlast.

In de verkenning is een aantal oplossingsrichtingen bestudeerd met een getijslag variërend van 5 t/m 100 cm. Daarnaast is ook een studie verricht naar de haalbaarheid van een schutsluis voor de recreatie. De effecten van deze oplossingsrichtingen zijn opgenomen in een samenvattende tabel (zie volgende pagina).

**Tabel S.1. Effecten van de bestudeerde oplossingsrichtingen van de Verkenning Grevelingen water en getij**

Oplossingsrichtingen		Kosten (M€)		Meerwaarde doorlaatmiddel					
Getijslag	Doorlaatmiddel	Kosten (M€) ± 50% (excl. BTW)	Verschil in kosten (excl. BTW) tussen spuisluis en getijcentrale	Areal (ha) intergetijdengebied	Duurzame verbetering Zuurstof huishouding (%)	Invulling advies Delta Commissie		Opbrengst Getijcentrale	
						Bijdrage aan rivierafvoer* m3/sec	Verbinding Volkerak Zoommeer*	MW	Huishoudens
5 cm	huidige spuisluis	nvt	nvt	100 (huidig)	< 0	125	afsluitbare verbinding	nvt	nvt
30 cm	nieuwe spuisluis	210	nvt	650	65	500	open verbinding mogelijk	nvt	nvt
	getijcentrale	niet opportuun				nvt	nvt	nvt	nvt
50 cm	nieuwe spuisluis	260	190	1200	90	1000	open verbinding mogelijk	nvt	nvt
	incl. getijcentrale	450				1500		50 MW	50.000
70 cm	nieuwe spuisluis	460	300	1400	95	1750	afsluitbare verbinding	nvt	nvt
	incl. getijcentrale	760				2300		70 MW	70.000
100 cm	nieuwe spuisluis	650	500 - 650	1600	95	2500	afsluitbare verbinding	nvt	nvt
	incl. getijcentrale	1150 - 1300				3800		100 MW	100.000
nvt	schutsluis	70	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt

\* bij eventuele toekomstige verbinding met het Volkerak Zoommeer

Oplossingsrichtingen		Overige maatschappelijke effecten				
Getijslag	Doorlaatmiddel	Schelpdiervisserij	Recreatie vaart	Overige recreatie	Landbouw *	Natuur
5 cm	huidige spuisluis	0	0	0	0	0
30 cm	nieuwe spuisluis	0	0	0	0	+
50 cm	nieuwe spuisluis	+	0	0	0	+
	getijcentrale			+		+ / - **
70 cm	nieuwe spuisluis	+	0	0	0	+
	getijcentrale			+ / -		+ / - **
100 cm	nieuwe spuisluis	+	-	0	0	+
	getijcentrale			-		+ / - **
nvt	schutsluis	0	+	0	0	-

\* is afhankelijk van middenpeil en moet nog verder worden uitgezocht

\*\* bij een getijcentrale als doorlaatmiddel blijft de plus voor natuur vanwege het verbeteren van de zuurstofhuishouding. De min staat voor de ecologische risico's van een getijcentrale (wordt nader onderzocht)



---

## Conclusies

Uit de verkenning blijkt dat het vergroten van de uitwisseling met de Noordzee door middel van een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam een goede maatregel is om de zuurstofhuishouding van het water van het Grevelingenmeer duurzaam te verbeteren. Tevens worden de natuurwaarden versterkt omdat zelfs door de variant beperkt getij- reeds grote arealen intergetijdengebied ontstaan.

Het nieuwe doorlaatmiddel kan eventueel worden gecombineerd met een getijcentrale voor het opwekken van energie. In dat geval vormt de getijcentrale het doorlaatmiddel. Om de zuurstofhuishouding in het Grevelingenmeer duurzaam te verbeteren dient het doorlaatmiddel een omvang te hebben die minimaal vier tot acht keer de capaciteit van de huidige Brouwerssluis bedraagt, resulterend in een getijslag van 30 tot 50 cm. De exact benodigde minimale omvang dient in de planstudie nader te worden bepaald. Hierbij dient te worden afgewogen of aanvullende beheersmaatregelen (bijvoorbeeld baggerwerkzaamheden) voordelen bieden.

Een schutsluis in de Brouwersdam biedt meer vaarmogelijkheden voor de recreatievaart, maar uit economische berekeningen blijkt dat de kosten hoger zijn dan de baten. Een schutsluis kan onafhankelijk van een doorlaatmiddel worden gerealiseerd, er zijn nauwelijks praktische combinatievoordelen of kostenbesparingsmogelijkheden als een doorlaatmiddel en een schutsluis gelijktijdig zouden worden aangelegd.

Naast de hierboven beschreven kansen biedt een groter doorlaatmiddel in de Brouwersdam een mogelijke bijdrage aan de berging en versnelde afvoer van rivierwater. Bij de voorgestelde oplossingsrichtingen van 30 tot 50 cm getij is voor de toekomst een open verbinding met het Volkerak-Zoommeer mogelijk (aanbeveling 8 van de Deltacommissie) met verdere kansen voor natuur en recreatie. Wordt de getijslag meer dan 50 cm, dan is alleen nog een afsluitbare verbinding mogelijk.

Daarnaast kan ook het realiseren van een getijcentrale kansen bieden voor het extra afvoeren van rivierwater. De turbines van een getijcentrale kunnen namelijk mogelijk ook worden gebruikt als pomp, waarmee in noodsituaties grote hoeveelheden rivierwater naar de Noordzee kunnen worden afgevoerd.

De Verkenning Grevelingen water en getij benoemt slechts de kans voor het bergen van rivierwater. De effecten van een verbinding tussen Grevelingen en het Volkerak-Zoommeer en de kosten hiervan zullen in samenhang met andere projecten in de Delta nader moeten worden onderzocht.

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De ecologische toestand van het Grevelingenmeer is in de laatste decennia achteruit gegaan (Hoeksema, 2002). Door deze achteruitgang is het onduidelijk of de waterkwaliteit en ecologische toestand in 2015 zal voldoen aan het streefbeeld van de Kaderrichtlijn Water, Natura 2000, de Watervisie 'Nederland veroveren op de toekomst, kabinetsvisie op het waterbeleid' en het Omgevingsplan Zeeland.

In het najaar van 2006 heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat naar aanleiding van de discussie rond de instelling van het Zeereservaat in de Voordelta de Tweede Kamer de belofte gedaan een verkenning te starten naar vergroting van de doorlaat in de Brouwersdam.

De Minister: "Wij gaan starten met de uitvoering van een verkenning naar de mogelijkheid van een doorlaat in de Brouwersdam. Daar zal een nieuwe zoutwaterdoorgang komen naar de Grevelingen. Voor de regio is dit buitengewoon belangrijk in verband met de waterkwaliteit van de Grevelingen. Na de verkenning zal deze doorlaat in het MIT worden opgenomen.", bron KST101655

Rijkswaterstaat Zeeland is verantwoordelijk voor het waterbeheer van het Grevelingenmeer en heeft de verkenning uitgevoerd. De aanbevelingen van de Commissie Elverding en het advies van de Deltacommissie zijn in overleg met Directoraat-Generaal Water op hoofdlijnen meegenomen in deze verkenning.

## 1.2 Doelstelling

### Doelen van deze verkenning

De inhoudelijke doelen voor een duurzame toekomstige ontwikkeling van de Grevelingen zijn onder te brengen onder een hoofddoel en drie neven-doelen:

- **het hoofddoel** is duurzame verbetering van het **ecologisch functioneren** van het watersysteem, bijvoorbeeld door de realisatie van een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam;
- **het eerste neven-doel** is het opwekken van **getijenergie** door middel van een getijcentrale in de Brouwersdam in combinatie met de realisatie van een doorlaatmiddel;
- **het tweede neven-doel** is de verbetering van de mogelijkheden voor **recreatievaart** door realisatie van een schutsluis in de Brouwersdam eventueel in combinatie met de realisatie van een doorlaatmiddel;
- **het derde neven-doel** is het openhouden van de mogelijkheid om het Grevelingenmeer te gebruiken voor het **bergen en/of afvoeren van rivierwater** bij extreem hoge rivier afvoeren.

---

### **Opdracht aan de verkenning**

Aan de Verkenning Grevelingen Water en Getij is de opdracht meegegeven om het volgende in beeld te brengen:

1. de waterkwaliteit en ecologische toestand in 2015 met het handhaven van het huidige beheer en de daardoor te verwachten knelpunten in de waterkwaliteit, ecologie en peilbeheer;
2. de oplossingsrichtingen (inclusief herintroductie van getij) voor de (mogelijke) knelpunten in de waterkwaliteit, ecologie en het peilbeheer;
3. de kenmerken, doelen en effecten van de genoemde oplossingsrichtingen;
4. de juiste locatie en grootte van het doorlaatmiddel in de Brouwersdam in relatie tot de oplossingsrichting;
5. de economische en technische haalbaarheid van een scheepvaartverbinding door de Brouwersdam;
6. de kosten en financiering van de realisatie van de verschillende oplossingsrichtingen;
7. de voor de planstudie nog ontbrekende noodzakelijke kennis en mogelijk te onderzoeken oplossingsrichtingen voor de knelpunten in de waterkwaliteit en het peilbeheer;
8. de haalbaarheid van getijenergie opwekking.;
9. de activiteiten waarvoor het volgen van een m.e.r.-procedure verplicht is.

Voor deze verkenning is ten aanzien van de autonome ontwikkeling 2015 als peiljaar gehanteerd. Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis in de Grevelingendam is als autonome ontwikkeling opgevat. Eventuele uitvoering van maatregelen die in deze Verkenning en de daarop volgende fasen worden uitgewerkt, wordt niet voorzien voor 2015. Na 2015 zijn 2021 en 2027 de volgende ijkpunten van de Kaderrichtlijn Water.

---

### 1.3 Aanpak en leeswijzer

Voorliggend rapport is het hoofd rapport van de Verkenning Grevelingen Water en Getij. Het hoofd rapport is gebaseerd op de resultaten uit vijf technische achtergrondnotities, die gedurende de uitvoering van de verkenning zijn opgesteld. De volgende achtergrondnotities zijn opgesteld:

- Notitie 1: Knelpunten autonome ontwikkeling;
- Notitie 2: Bouwstenen en kansrijke oplossingsrichtingen;
- Notitie 3: Optimale locatie(s) doorlaatmiddelen;
- Notitie 4: Scheepvaart;
- Notitie 5: Civiele aspecten doorlaatmiddel Brouwersdam.

De notities zijn niet gelijktijdig opgesteld en sommige aspecten komen in meerdere notities aan bod. Hierbij zijn de resultaten van een specifieke notitie soms gebruikt en verder uitgewerkt in een volgende notitie: er is in de notities sprake van voortschrijdend inzicht. Dit voortschrijdend inzicht is in het hoofd rapport voor alle aspecten verwerkt, in de individuele notities is dit niet altijd het geval. Op elke notitie is aangegeven op welke datum deze gedurende het uitvoeren van de verkenning is opgeleverd.

De vijf achtergrondnotities zijn op cd-rom bij dit rapport gevoegd.

In hoofdstuk 2 zijn de knelpunten in de autonome situatie geïnventariseerd. Voor het systematisch verkennen van mogelijke maatregelen voor het oplossen van de knelpunten is voor een aanpak met zes bouwstenen gekozen. Een bouwsteen is een maatregel, met een specifiek doel, die gecombineerd kan worden met andere bouwstenen tot een integrale oplossing voor het Grevelingenmeer. De zes bouwstenen zijn beschreven in de laatste paragraaf van hoofdstuk 2.

De resultaten van de verkenning zijn beschreven in hoofdstuk 3.

In hoofdstuk 4 worden aanbevelingen gedaan voor de planstudiefase, de fase die volgt op de verkenningfase. Hierbij wordt ingegaan op ontbrekende kennis en ontbrekende gegevens. Daarnaast wordt ingegaan op de activiteiten waarvoor het doorlopen van een m.e.r.-procedure verplicht is.

In hoofdstuk 5 tenslotte worden de vragen beantwoord die aan de Verkenning Grevelingen water en getij gesteld zijn (de opdracht aan de verkenning).

---

## 1.4 Maatschappelijk context

### Kaderrichtlijn Water

In maart 2007 zijn concept KRW doelen voor het Grevelingenmeer voorgesteld. In bijlage I is het voorgestelde Goed Ecologisch Potentieel (GEP) samengevat. In de KRW-doelen is ook het doel van de terugkeer van zeegras in het Grevelingenmeer opgenomen.

### Natura 2000

Als belangrijke kernopgaven voor de Grevelingen zijn in het concept aanwijzingsbesluit voor het Natura 2000 gebied 115-Grevelingen onder andere genoemd:

- het behoud van de foerageerfunctie van visetende vogels (in het bijzonder fuut, geoorde fuut en middelste zaagbek);
- het behoud van ongestoorde rustplaatsen en optimaal voortplantingsgebied voor bontbekplevier, strandplevier, kluut, grote stern, dwergstern, visdief en grijze zeehond;
- het behoud van de platen met lage begroeiingen van vochtige (kalkrijke) duinvalleien, grijze duinen, kruipwilgstruwelen en groenknolorchis;
- het behoud van leefgebied voor de Noordse woelmuis.

Om de hierboven genoemde kernopgaven te realiseren zijn instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd. Deze instandhoudingsdoelstellingen zijn opgenomen in bijlage I bij dit rapport.

### Watervisie 'Nederland veroveren op de toekomst; kabinetsvisie op het waterbeleid'

In de Watervisie stelt het kabinet als doel dat de veiligheid in het Deltagebied ook bij grotere rivierafvoeren en een hogere zeespiegel als gevolg van klimaatverandering op niveau blijft. Daarnaast moet de waterkwaliteit verbeteren, moeten voorwaarden ontstaan voor verbetering van ecologische waarden en moeten gewenste ontwikkelingen van recreatie, natuur, wonen, havenontwikkeling en scheepvaart de ruimte krijgen. Het beheer van het Deltagebied dient bij uitstek een voorbeeld te zijn van integraal waterbeheer. Het is de taak van de provincies en het Rijk, partners in de Deltaraad, om deze ambities om te zetten in een uitvoeringsprogramma: het Deltaprogramma.

### Ecologische doelen geformuleerd in de ontwikkelingsschets 'Zicht op de Grevelingen'

In de ontwikkelingsschets voor de Grevelingen, opgesteld door een breed scala aan partijen, wordt gepleit voor herstel van estuariene dynamiek in het Grevelingenmeer door het terugbrengen van getij. Op deze manier zouden onder andere de natuurwaarden in het gebied behouden en/of versterkt kunnen worden. Een planstudie moet inzicht verschaffen in welke mate getij en welke waterstanden realiseerbaar zijn rekening houdend met de verschillende functies (o.a. veiligheid, natuur, scheepvaart, recreatie, visserij) van het gebied.

---

### **Samen werken met Water, Advies Deltacommissie 2008**

In het advies van de Deltacommissie zijn twaalf aanbevelingen voor de toekomst opgenomen. Aanbeveling 8 heeft betrekking op de Zuidwestelijke delta. Hierin wordt aanbevolen het Krammer-Volkerak Zoommeer samen met de Grevelingen en eventueel de Oosterschelde in te richten voor de tijdelijke berging van het overtollige rivierwater van Rijn en Maas. Een zoet-zoutgradiënt (een natuurlijke overgang tussen zoet en zout water) voor dit gebied wordt gezien als een goede oplossing voor het waterkwaliteitsprobleem en kan nieuwe ecologische kansen bieden.

### **Kracht van de Delta, de agenda voor een Deltaprogramma, 2006**

In deze provinciale agenda wordt de opgave voor de Delta geschetst, het provinciale aanbod en de vraag aan het Rijk. De ambitie is geschetst in vier gezichten: de unieke Delta, de bedrijvige Delta, de veilige Delta en de aantrekkelijke Delta. Met betrekking tot de Grevelingen wordt verwezen naar het project "zicht op Grevelingen" als blauwgroene motor om de doelstelling van de agenda toe te lichten. Hierin is opgenomen het vergroten van het doorlaatmiddel Brouwersdam om de ecologische omstandigheden te verbeteren, het opwekken van duurzame energie (bijvoorbeeld een getijcentrale in de Brouwersdam aangevuld met zonne- en windenergie), het investeren in innovatieve toeristisch-recreatieve concepten en voorzieningen (bijvoorbeeld een duurzame jachthaven van de toekomst) en het investeren in een proeftuin voor duurzame woon- en verblijfsrecreatieve concepten (zoals waterfrontconcepten op de grens van land en water).

---

## 2 Knelpunten en bouwstenen

### 2.1 Knelpunten huidige situatie en autonome ontwikkeling

#### Het watersysteem van het Grevelingenmeer

In de huidige situatie is het Grevelingenmeer een zout meer waarin beperkte uitwisseling van water met de Noordzee plaats vindt via de Brouwerssluis. Het beheer van de Brouwerssluis is gericht op maximale uitwisseling, rekening houdend met het streefpeil van het meer van NAP -0,2 m.

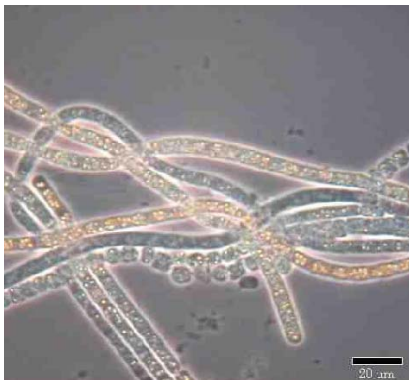
Door de aanwezigheid van de Grevelingendam vindt in de huidige situatie geen uitwisseling met water van de Oosterschelde en/of het Volkerak Zoommeer plaats. Hierdoor heeft het Grevelingenmeer momenteel dus geen functie in de afvoer van Maas- en Rijnwater naar de Noordzee. Deze functie wordt nu alleen vervuld door de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet.

De Flakkeese spuisluis wordt in de nabije toekomst opnieuw in gebruik genomen om meer dynamiek in het Grevelingenmeer terug te krijgen. Door het opnieuw in gebruik nemen van deze sluis zal in de toekomst dus wel weer uitwisseling met de Oosterschelde plaats gaan vinden. Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis is in deze verkenning als autonome ontwikkeling opgevat.

#### Waterkwaliteit

De ophoping van organisch materiaal in combinatie met het plaatselijk lage zuurstofgehalte van de bodem en van het water in het Grevelingenmeer is één van de belangrijkste zorgpunten van de huidige situatie. Het zuurstofgehalte in de bovenste laag is goed, maar diepere delen van het meer (vanaf circa 5m diepte, maar vooral op dieptes groter dan 10 m) kunnen het hele jaar door zuurstofarm zijn met een zuurstofloze bodem. Dit komt door een combinatie van stratificatie en zuurstof consumerende (afbraak)processen in en nabij de bodem. Stratificatie is een proces waarbij door verschillen in temperatuur en zoutgehalte van het water verschillende waterlagen ontstaan, van elkaar gescheiden door een zogenoemde spronglaag. Tussen de waterlagen vindt bijna geen uitwisseling plaats.

zwavelbacterie

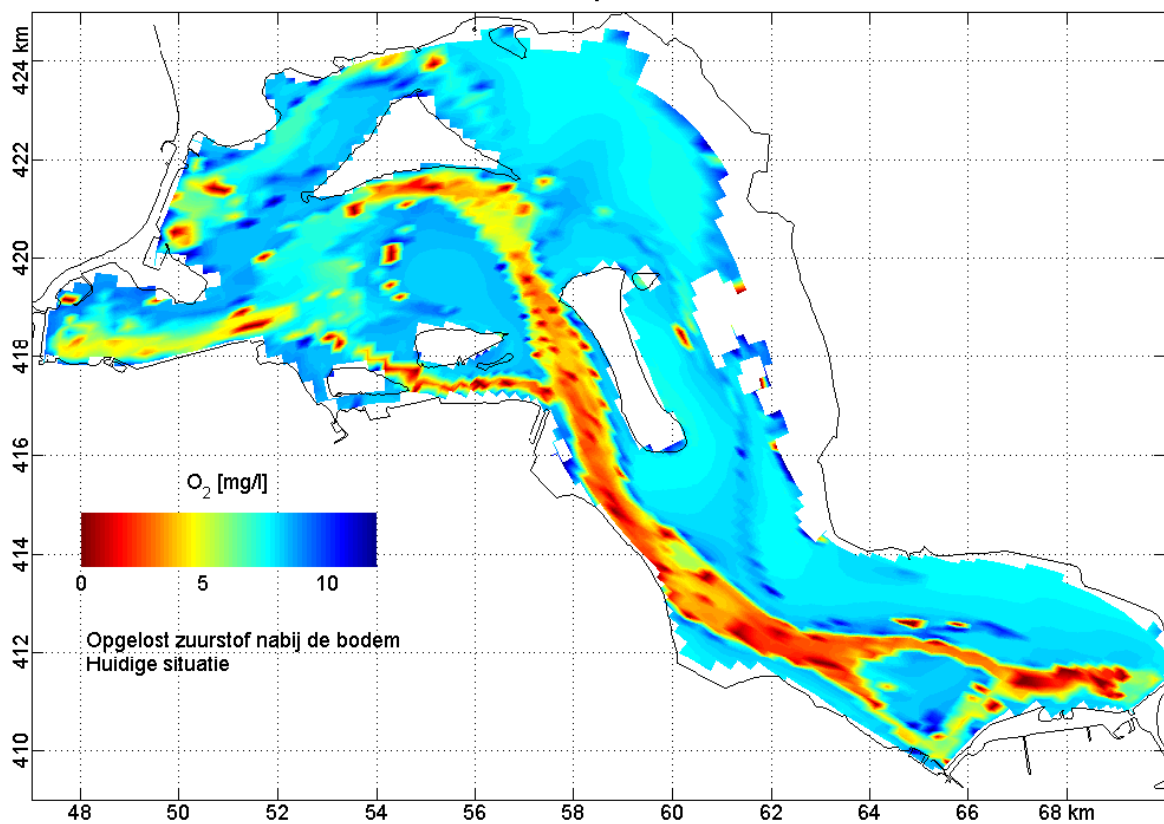


Bij het huidige beheer wordt er naar gestreefd, dat niet meer dan 5% van de totale bodemoppervlakte zuurstofloos wordt en dat de spronglaag niet ondieper dan 15 meter komt, maar in de huidige situatie wordt dit streefbeeld niet gehaald en kan met name tijdens een warm voorjaar en tijdens warme zomers wel 10% van de bodemoppervlakte zuurstofloos worden. Deze zuurstofloze condities kenmerken zich door de vorming van witte matten op de bodem van het Grevelingenmeer, veroorzaakt door verschillende soorten van de zwavelbacterie *Beggiatoa spp.*

Hoewel zuurstofloze condities al sinds de afsluiting in 1971 voorkomen, lijkt de zuurstofproblematiek de afgelopen jaren verder toe te nemen. Zo komen zuurstofloze condities niet alleen meer tijdens een warm voorjaar en warme zomers voor, maar gedurende het hele jaar en lijken zuurstofloze condities zich uit te breiden naar ondiepere delen van het meer, terwijl zuurstofloze condities in het verleden alleen voor leken te komen op grotere dieptes en met name in de diepe putten bij Scharendijke en Den Osse. Figuur 2.1 laat zien op welke plaatsen de zuurstofconcentratie onvoldoende is in de zomer van 2000.

Een gezond aquatisch systeem bevat meestal niet minder dan 8 mg/l zuurstof. Concentraties tussen 6 en 4 mg/l hebben al negatieve gevolgen op de groei van mariene organismen en onder de 2 mg/l treedt onherroepelijk sterfte op (Gray, Shiu-sun Wu et al. 2002).

figuur 2.1 Opgeloste zuurstof nabij de bodem



Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis zal onder het huidige beheer naar verwachting geen grote veranderingen in de zuurstofhuishouding tot gevolg hebben. Het zal wel de stratificatie in het oosten van het meer iets tegengaan, maar de zuurstofvraag van de in laag dynamische gebieden over de jaren opgebouwde sliblaag zal blijven bestaan.

Het zoutgehalte in het Grevelingenmeer is vrij constant en schommelt rond de 17 g Cl<sup>-</sup>/l. De concentraties van de voedingsstoffen stikstof (N) en fosfor (P) zijn laag. Het stikstofgehalte (totaal N) schommelt rond de 0,5 mg/l.



---

Het fosforgehalte (totaal P) bedraagt sinds 2001 minder dan 0,1 mg/l. De algengroei in het Grevelingenmeer wordt door stikstof gelimiteerd. Het doorzicht is in de jaren negentig gehalveerd van gemiddeld 5 meter naar gemiddeld 2-2,5 meter. De oorzaak hiervan is niet bekend. De verwachting is dat de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis geen groot effect zal hebben op het zoutgehalte, de voedingsstoffenconcentraties en het doorzicht.

### **Ecologische toestand**

De huidige situatie is aan de hand van beknopte soortenlijsten, verzameld tijdens een onderzoek naar het effect van zuurstofdeficiëntie op het bodemleven van het Grevelingenmeer in september 2007, als volgt samengevat: De Japanse oester is op alle harde dijkglooiingen zeer dominant aanwezig. Deze oesters vormen op hun beurt hard substraat voor een groot aantal andere soorten, waaronder verschillende soorten wieren, anemonen, sponzen, zakpijpen, krabben, kreeften en garnalen. Japanse oesters zorgen in ondiepe delen echter voor veel overlast voor surfers en badgasten. Ondiepe zachte substraten worden vooral gekenmerkt door de aanwezigheid van muiltjes, (slib)anemonen en wormen. Op dieptes van meer dan 8 meter zijn in laag dynamische gebieden, zoals de oostelijk gelegen Bocht van St. Jacob en het noordwestelijk gelegen Springerdiep door de zuurstofloosheid witte matten van zwavelbacteriën aanwezig waarop alleen enkele grondels en krabben worden aangetroffen. Al het andere bodemleven is op deze plekken afwezig. Er wordt verwacht dat deze situatie niet zal verbeteren als gevolg van de autonome ontwikkeling.

Kustbroedvogels als kluut, strandplevier en bontbekplevier profiteerden aanvankelijk van de afsluiting, waardoor uitgestrekte gebieden droogvielen en beschikbaar kwamen als broedgebied. In de jaren negentig namen deze soorten in aantal af. In de toekomst zullen zonder beheersmaatregelen door de vegetatiesuccessie geschikte broedlocaties voor kustbroedvogels verloren gaan. Visetende watervogels laten sterk verschillende patronen in de ontwikkeling zien. Met name de soorten die foerageren op kleinere prooien namen eind vorige eeuw sterk in aantal toe, waarna de aantallen stabiliseerden. Soorten die gebruik maken van grotere prooien laten een afname of wisselend beeld zien.

Recente gegevens van de visstand zijn niet beschikbaar. Het aantal soorten varieerde in de jaren tachtig tussen de 44 en 51, waarbij er dichtbij de Brouwerssluis anderhalf keer meer soorten werden aangetroffen dan in het oostelijk deel.

In zoutwatersystemen zoals het Grevelingenmeer kunnen zeegrasvelden een belangrijke functie vervullen als habitat voor vissen en macrofauna. Zeegras is sinds 2000 echter volledig uit het Grevelingenmeer verdwenen. De oorzaak is waarschijnlijk het constant hoge zoutgehalte. Problemen met algenbloei komen in het Grevelingenmeer doorgaans niet voor en problemen met toxische algen zijn zeldzaam. De grootschalige bloei van zeesla vormt in het Grevelingenmeer wel een probleem, met name wanneer het zeesla aanspoelt op recreatiestranden en achter de vooroeververdedigingen.

---

Op deze locaties hoopt het zich in grote hoeveelheden op, waarna rotting stankoverlast kan veroorzaken.

Door het constante waterpeil vond sinds de afsluiting oeverafslag plaats. Op de meeste locaties is deze afslag door het aanleggen van vooroeververdedigingen onder controle gebracht. De vegetatieontwikkeling op de Slikken van Flakkee is door variatie in beheer verschillend voor het zuidelijk deel en het noordelijk deel. In het zuiden (beweiding) is momenteel sprake van bloemrijke graslanden met beginnend struweel, in het noorden (niets doen) is sprake van bosontwikkeling. Ook op de eilanden bepaalt het beheer in sterke mate de vegetatieontwikkeling: waar begrazing of actief beheer plaatsvindt, treedt geen vegetatiesuccessie op, in gebieden zonder begrazing of actief beheer wel.

### **Maatschappelijk belang Grevelingenmeer**

Belangrijke maatschappelijke sectoren voor het Grevelingenmeer betreffen de recreatie en de beroepsvisserij. Het Grevelingenmeer is een veelzijdig recreatiegebied. Zwemmen, plankzeilen, kanoën, duiken, recreatievaart en sportvisserij vinden plaats in het meer. De beroepsvisserij op kreeft, paling en oester is een belangrijke nevenfunctie voor het Grevelingenmeer. In de visie "Zicht op de Grevelingen" worden de mogelijkheden voor een getijcentrale en schutsluis in de Brouwersdam verkend.

### **Samenvatting knelpunten**

De belangrijkste knelpunten voor het Grevelingenmeer kunnen als volgt worden samengevat:

- de ophoping van organisch materiaal gekoppeld aan zuurstofloze condities in en nabij de bodem met negatieve gevolgen voor de ecologische toestand van het meer;
- de afname van geschikt broedgebied voor kustbroedvogels;
- een mogelijk verdere afname van visetende vogels;
- de verdwijning van zeegras;
- de grootschalige ophoping van zeesla.

### **3 meter en minder diepte**



**tussen 3 en 4 meter diepte**



**dieper dan 4 meter**



---

De kern van de problematiek in de Grevelingen is de slib- en zuurstofproblematiek. Na de afsluiting is een geïsoleerd meer ontstaan dat niet voldoende ververst wordt en waar zich op de bodem een organische sliblaag opbouwt vanwege de biologische productie in het meer. Omdat de productie van organisch materiaal sneller gaat dan de afbraak, groeit de sliblaag naar mate de tijd verstrijkt. De zuurstofproblematiek en het afsterven van bodemleven zal zich uitbreiden. Dit werkt door in de hele voedselketen. Hoe snel de sliblaag groeit en hoe snel de zuurstofproblematiek zich uitbreidt, is niet bekend.

Hoewel er geen doelen geformuleerd zijn voor de aanwezige macrofauna in het Grevelingenmeer kan de sterfte onder bodemdieren een knelpunt vormen voor het bereiken van een goede ecologische toestand van het meer, zoals geformuleerd onder de Kaderrichtlijn Water. Verschuivingen in het bodemleven kunnen namelijk effecten hebben op vissen en vogels waarvoor wel doelstellingen geformuleerd zijn.

## **2.2 Onderzochte bouwstenen**

Om de doelen te bereiken en de aangegeven knelpunten op te lossen, zijn in de verkenning zes verschillende bouwstenen (maatregelen) bestudeerd. In tabel 2.1 is per bouwsteen aangegeven welke doelen met de bouwsteen bereikt kunnen worden. Een bouwsteen die is ontwikkeld om het ene doel te bereiken, kan ook invloed hebben op het bereiken van een ander doel (hoewel de bouwsteen daar niet primair voor is ontwikkeld). Ook dit is in de tabel aangegeven. Na de tabel worden de bouwstenen toegelicht. Van een aantal bouwstenen zijn meerdere varianten onderzocht. Dit is bij de toelichting aangegeven.

Tabel 2.1. Doelen en bouwstenen Verkenning Grevelingen Water en Getij

		Hoofddoelen	Nevendoelen		
		Ecologisch functioneren	Getijenergie	Recreatievaart	Bergen van rivierwater
Bouwstenen	1. Doorspoelen via Flakkeese spuisluis				
	2. Doorlaatmiddel Brouwersdam				
	3. Ruimte voor de Rivier				
	4. Getijcentrale in de Brouwersdam				
	5. Schutsluis Brouwersdam				
	6. Beheermaatregelen				

 middel om het doel te bereiken  
 heeft invloed op het bereiken van het doel

### Bouwsteen 1: Doorspoelen via Flakkeese spuisluis

In deze bouwsteen wordt de capaciteit van de Flakkeese spuisluis verdubbeld om het Grevelingenmeer door te kunnen spoelen met water uit de Oosterschelde. Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis (met de huidige capaciteit) is onderdeel van de autonome ontwikkeling en de ingebruikname is al in voorbereiding;

### Bouwsteen 2: Doorlaatmiddel Brouwersdam

De bouwsteen Doorlaatmiddel Brouwersdam bestaat uit het realiseren van extra doorlaatcapaciteit door de Brouwersdam via de aanleg van één of meerdere doorlaatmiddelen. Van de bouwsteen Doorlaatmiddel Brouwersdam zijn vier varianten bestudeerd:

- Gedempt Getij: 8 keer de huidige doorlaatcapaciteit in het zuidelijk deel van de Brouwersdam, resulterend in een getijslag van naar schatting 50 cm;
- Gedempt Getij 70Z:30N: 8 keer de huidige doorlaatcapaciteit waarvan 70% in het zuidelijk en 30% in het noordelijk deel van de Brouwersdam, resulterend in een getijslag van naar schatting 50 cm;
- Noorderspuisluis: handhaving van de huidige Brouwerssluis, aangevuld met 14 keer de huidige doorlaatcapaciteit in het noordelijk deel van de Brouwersdam, resulterend in een getijslag van naar schatting 75 cm;
- Maximaal Getij: 20 keer de huidige doorlaatcapaciteit in het zuidelijk deel van de Brouwersdam, resulterend in een getijslag van naar schatting 100 cm.

### Doorlaatmiddel Brouwersdam



---

## Grevelingendam



### Bouwsteen 3: Ruimte voor de Rivier

Binnen Rijkswaterstaat worden de mogelijkheden onderzocht van het maken van een koppeling tussen het Grevelingenmeer en het Volkerak-Zoommeer via een verbinding of doorlaatmiddel in de Grevelingendam. Het gehele systeem Volkerak-Zoommeer-Grevelingen staat dan in verbinding met het Noordelijke deltabekken via de Volkerakspuisluizen. Hierdoor kan het Grevelingenmeer worden gebruikt voor het bergen van rivierwater bij hoge rivierafvoeren. Grevelingen en Volkerak-Zoommeer krijgen in deze bouwsteen éénzelfde peilbeheer. In de planstudie Waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer wordt uitgegaan van een middenstand van -0,10 m NAP en een getijslag van 30 cm.

## Getijcentrale Bretagne



### Bouwsteen 4: Getijcentrale in de Brouwersdam

In deze bouwsteen worden de combinatiemogelijkheden onderzocht van het vergroten van de doorlaatcapaciteit van de Brouwersdam in combinatie met het winnen van energie uit de waterbeweging die hier het gevolg van is in een getijcentrale. Een getijcentrale kan, mede afhankelijk van de getijslag, in verschillende varianten worden gerealiseerd. In deze verkenning is de getijcentrale gecombineerd met de variant Maximaal Getij met een getijslag van 100 cm.

### Bouwsteen 5: Schutsluis in de Brouwersdam

Deze bouwsteen betreft het realiseren van een schutsluis in de Brouwersdam ten behoeve van recreatievaart en mogelijk ook de visserij. Een schutsluis in de Brouwersdam zorgt voor een directe scheepvaartverbinding van het Grevelingenmeer met de Noordzee.

## Schutsluis



### Bouwsteen 6: Beheermaatregelen

Voor een aantal knelpunten kunnen, in plaats van of aanvullend op bovenstaande bouwstenen, beheermaatregelen worden getroffen om de knelpunten op te lossen. In de verkenning zijn de volgende beheermaatregelen aan de orde gekomen:

- verwijdering van de organische sliblaag;
- aanleg van broedeilanden voor kustvogels;
- actief vegetatiebeheer op eilanden, schorren en slikken;
- verwijdering van zeesla;
- verwijdering van Japanse oesters;
- aanplanten van zeegras.

---

## 3 Resultaten van de verkenning

### 3.1 Inleiding

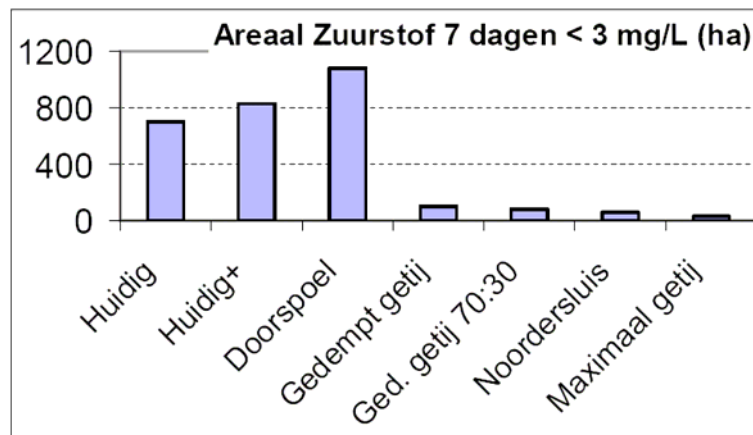
In dit hoofdstuk worden de bouwstenen die in het vorige hoofdstuk zijn beschreven vertaald naar kansrijke oplossingsrichtingen voor de Grevelingen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in kansrijke oplossingsrichtingen voor het oplossen van de ecologische knelpunten en overige kansen die aan de hand van de bouwstenen kunnen worden onderscheiden.

### 3.2 Kansrijke oplossingen ecologische knelpunten

Het vergroten van de uitwisseling met de Noordzee door middel van een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam is een goede maatregel om de zuurstofhuishouding van het water van het Grevelingenmeer duurzaam te verbeteren. Berekeningen met een computermodel laten dit zien (Nolte *et al.*, 2008). In de verkenning zijn vier varianten van een doorlaatmiddel onderzocht. De varianten variëren in de omvang en locatie van het doorlaatmiddel. De verschillen tussen de varianten zijn klein. In afbeelding 3.1 is, als maat voor de zuurstofhuishouding in het water van het Grevelingenmeer, per variant het wateroppervlak weergegeven waarop de zuurstofconcentratie gedurende minimaal 7 aaneengesloten dagen beneden een kritische waarde komt. In de variant met de kleinste doorlaatcapaciteit (Gedempt Getij) is dit areaal vrijwel even klein als in de varianten met een grotere doorlaatopening in de Brouwersdam.

De huidige situatie, het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis (huidig +, de autonome ontwikkeling) en het doorspoelen van het Grevelingenmeer met water vanuit de Oosterschelde door het verdubbelen van de capaciteit van de Flakkeese spuisluis in de Grevelingendam lossen de knelpunten in de zuurstofhuishouding niet op. Afbeelding 3.1 laat dit duidelijk zien. Lokaal kan het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis, zoals door Rijkswaterstaat momenteel wordt voorbereid, wel gunstige effecten hebben.

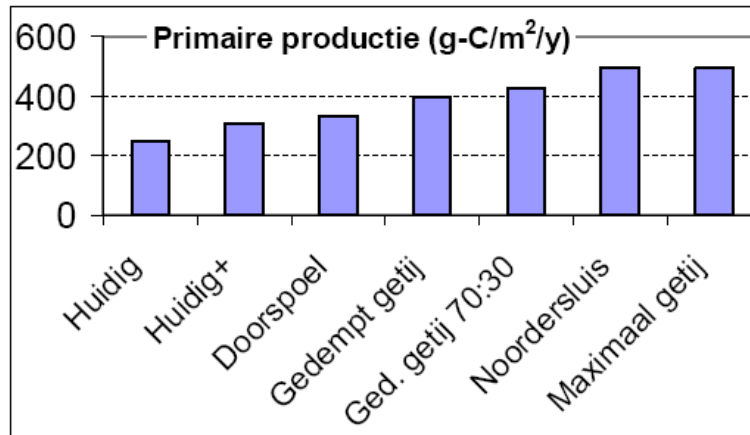
**Tabel 3.1. Areaal (hectare) met minimaal 7 dagen (aaneengesloten periode) met lage zuurstofconcentratie in de waterkolom circa 1 m boven de bodem bij de bestudeerde varianten (Nolte et al., 2008)**



huidig = huidige situatie, huidig+ = autonome situatie (ingebruikname Flakkeese spuisluis), doorspoel = vergroten Flakkeese spuisluis, Gedempt getij t/m Maximaal getij = vier varianten van doorlaatmiddel Brouwersdam.

Alle onderzochte varianten van een doorlaatmiddel (vanaf 8 x het huidige doorlaatmiddel) in de Brouwersdam lossen dus de zuurstofproblematiek in het water op. Het is echter onduidelijk of een doorlaatmiddel ook een oplossing is voor de ophoping van organisch materiaal en daarmee ook de verslibbing van de bodem. Door de aanvoer van zuurstofrijk water uit de Noordzee zal de afbraak van organisch materiaal worden versneld. Over de mate waarin deze afbraak versnelt, kan met het gebruikte computermodel niets worden gezegd. Tegelijkertijd stijgt ook de belasting met voedingsstoffen, omdat met de aanvoer van water uit de Noordzee ook voedingsstoffen worden meegevoerd. Hierdoor neemt de productie van organisch materiaal in de Grevelingen in de vorm van planten en algen toe. Afbeelding 3.2 laat dit zien.

**Afbeelding 3.2. Productie van algen en waterplanten (primaire productie), uitgedrukt in gram koolstof per vierkante meter wateroppervlak per jaar bij de bestudeerde varianten (Nolte et al., 2008)**



huidig = huidige situatie, huidig+ = autonome situatie (ingebruikname Flakkeese spuisluis), doorspoel = vergroten Flakkeese spuisluis, Gedempt getij t/m Maximaal getij = doorlaatmiddel Brouwersdam in vier varianten.

Omdat het gebruikte computermodel niets zegt over de mate waarin de afbraak van het slib op de bodem wordt versneld, geeft het model dus onvoldoende informatie over de balans tussen afbraak en afvoer van organisch materiaal enerzijds en productie en aanvoer anderzijds. Deze balans moet dan ook nader worden onderzocht om een antwoord te kunnen geven op de vraag of het knelpunt van de verslibbing van de bodem wordt opgelost door een doorlaatmiddel.

Wanneer er een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam wordt aangelegd, keert een klein deel van het oorspronkelijk aanwezige getij weer terug in de Grevelingen. Het verschil tussen de maximale en minimale waterstand (de getijslag) is afhankelijk van de omvang van het doorlaatmiddel. Naarmate de getijslag groter is neemt het intergetijdegebied toe in omvang, wat bijvoorbeeld gunstig is voor verschillende soorten vogels. In de huidige situatie bedraagt het areaal intergetijdegebied (gebaseerd op grove berekeningen) circa 100 ha, bij Gedempt Getij circa 1200 ha, bij de Variant Noorderspuisluis circa 1400 ha en bij Maximaal Getij circa 1600 ha.

### **Zeegras**

De bestudeerde alternatieven leiden waarschijnlijk niet tot een spontane terugkeer van zeegras in het Grevelingenmeer, omdat de soort die voorheen in het Grevelingenmeer voorkwam alleen voorkomt onder niet te zoute omstandigheden. Door het constant hoge zoutgehalte in de huidige situatie en alle bestudeerde alterantieven, zijn de omstandigheden voor deze soort ongeschikt. De terugkeer van zeegras is wel een doel van de Kaderrichtlijn Water. Als KRW-maatregel bereidt Rijkswaterstaat momenteel een proef voor om een meer zouttolerante soort zeegras in de Grevelingen aan te planten.



---

### Locatie van een doorlaatmiddel

Een doorlaatmiddel kan in het noordelijk en/of in het zuidelijk sluitgat worden aangelegd. Op hoofdlijnen concentreerde de afweging zich op 3 locaties: het noordelijke sluitgat, de haven aan de Middelplaat en het zuidelijke sluitgat. Deze locaties zijn weergegeven in afbeelding 3.3. De locatie ter hoogte van de haven aan de Middelplaat is minder geschikt voor een doorlaatmiddel. Dit blijkt uit de in de verkenning uitgevoerde locatiestudie.

**Afbeelding 3.3 Onderzochte locaties van een doorlaatmiddel**



Bezien vanuit hydrodynamische en morfologische aspecten verdienen het zuidelijke en/of het noordelijke sluitgat de voorkeur boven de locatie bij de haven aan de Middelplaat, omdat ter hoogte van deze twee sluitgaten de oude getijdegeulen liggen. De verversing van en via deze geulen is dan het meest effectief en de morfologische ontwikkelingen in de Voordelta als gevolg van het aanbrengen van extra doorlaatcapaciteit zijn relatief voorspelbaar, omdat ze aansluiten bij de in het verleden aanwezige situatie. Morfologische effecten op de platen in de Voordelta dienen nog nader te worden onderzocht. De omgeving van de haven aan de Middelplaat is minder geschikt voor een doorlaatmiddel, omdat het water hier te ondiep is.

---

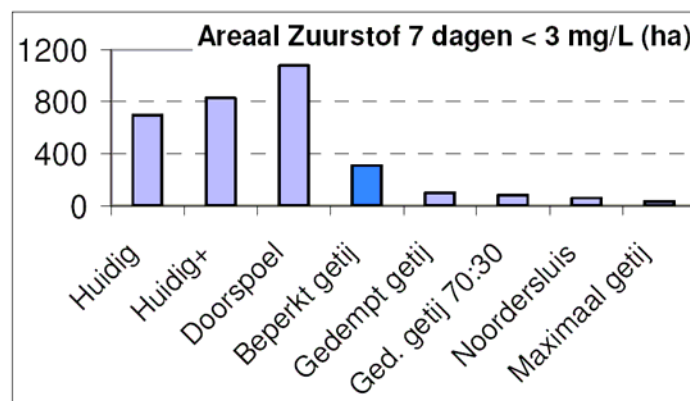
Vanuit civieltechnisch oogpunt zijn er wel verschillen in de opbouw van de Brouwersdam ter hoogte van het noordelijk en zuidelijk sluitgat, maar de aanleg van een doorlaatmiddel is in beide sluitgaten mogelijk. Ook is er nauwelijks verschil in aanlegkosten tussen beide locaties.

### 3.3 Overige kansen

#### 3.3.1 Bergen van rivierwater (Ruimte voor de Rivier)

De mogelijkheden voor en de effecten van het bergen van rivierwater in het Grevelingenmeer zijn in de verkenning niet gedetailleerd onderzocht, omdat dit buiten de scope van de verkenning viel. Wel is, aanvullend op de varianten die bij de bouwsteen Doorlaatmiddel Brouwersdam zijn beschreven, nog een extra modelberekening uitgevoerd van de variant met een doorlaatmiddel van vier keer de capaciteit van de huidige Brouwerssluis (Beperkt Getij) (Spiteri & Nolte, 2008). Deze doorlaatcapaciteit resulteert in een getijslag van circa 30 cm en sluit daardoor aan bij de getijslag van het Volkerak-Zoommeer conform de planstudie. Bij deze variant wordt de mogelijkheid tot het koppelen van het Grevelingenmeer met Volkerak-Zoommeer via een open verbinding open gehouden, omdat beide meren dan hetzelfde peilbeheer krijgen. Afbeelding 3.4 geeft, vergelijkbaar met afbeelding 3.1, het wateroppervlak weer waarop de zuurstofconcentratie gedurende minimaal 7 aaneengesloten dagen beneden een kritische waarde komt. Uit de afbeelding blijkt dat de variant Beperkt Getij in veel mindere mate leidt tot een verbetering van de zuurstofhuishouding in de waterkolom. Tussen de variant Beperkt Getij en de variant Gedempt Getij bevindt zich waarschijnlijk het kantelpunt waarboven vergroting van het doorlaatmiddel nog maar zeer beperkt bijdraagt aan een verdere verbetering van de zuurstofhuishouding.

**Afbeelding 3.4. Areaal (hectare) met minimaal 7 dagen (aaneengesloten periode) met lage zuurstofconcentratie in de waterkolom circa 1 m boven de bodem bij Beperkt Getij en de overige bestudeerde varianten (Spiteri & Nolte, 2008). Voor toelichting van de varianten zie afbeelding 3.1.**



---

Het besluit om wel of niet rivierwater te kunnen gaan bergen in het Grevelingenmeer heeft interactie met het besluit voor het wel of niet aanleggen van een getijcentrale en het kiezen van de omvang van een centrale (zie ook volgende paragraaf). Ten eerste is de getijslag, die mede zal worden bepaald door de (on)mogelijkheden bij het bergen van rivierwater, van invloed op het rendement en het functioneren van een getijcentrale. Daarnaast kan het realiseren van een getijcentrale ook kansen bieden voor berging van rivierwater. De turbines van een getijcentrale kunnen namelijk mogelijk ook worden gebruikt als pomp, waarmee overtollig rivierwater met een hoog debiet naar de Noordzee kan worden afgevoerd.

### 3.3.2 Getijenergie

Een doorlaatmiddel in de Brouwersdam kan technisch worden gecombineerd met een getijcentrale. In de verkenning zijn combinatiemogelijkheden onderzocht van het vergroten van de doorlaatcapaciteit van de Brouwersdam met het winnen van energie uit de waterbeweging die hier het gevolg van is.

In opdracht van het Zeeuwse energiebedrijf Delta N.V. heeft de TU Delft een verkennende studie naar een getijcentrale in de Brouwersdam uitgevoerd (Vrijling *et al.*, 2008). In deze studie zijn verschillende varianten van een getijcentrale uitgewerkt. Een type centrale waarbij energie wordt gewonnen uit zowel de waterbeweging bij eb als bij vloed is aangemerkt als een kansrijke variant. Dit type centrale wordt een TT-centrale genoemd, waarbij TT staat voor tweezijdig turbineren (het proces waarbij met behulp van turbines energie wordt gewonnen uit waterbeweging).

In de verkenning is de getijcentrale gekoppeld aan de variant Maximaal Getij van de bouwsteen Doorlaatmiddel Brouwersdam. De Getijcentrale betreft in dit geval een TT-centrale waarbij de turbines zowel in het noordelijk als in het zuidelijk sluitgat zijn gelegen. De getijslag bedraagt ongeveer 1 meter. Ook getijcentrales met een kleinere capaciteit en dus een kleinere getijslag zijn denkbaar (bijvoorbeeld alleen het deel in het noordelijk sluitgat), maar deze zijn in deze verkenning niet verder uitgewerkt.

In Vrijling *et al.* (2008) is de energieopbrengst van de getijcentrale door middel van een rekenmodel bepaald. De in deze verkenning uitgewerkte variant (bij Maximaal Getij) heeft een energieopbrengst van 336 GWh per jaar. Dit komt overeen met een stroomverbruik van circa 100.000 huishoudens gedurende een jaar. De kosten van een getijcentrale worden geraamd op meer dan 1,5 miljard euro inclusief omzetbelasting. Hiervan is ongeveer de helft toe te rekenen aan de getijcentrale. De andere helft is toe te rekenen aan het doorlaatmiddel voor Maximaal Getij. De investering in de getijcentrale komt overeen met een investering van 7.000 euro per huishouden.

---

Bij een leveringsprijs van elektriciteit van ongeveer 10 cent per kWh en een gemiddeld verbruik van 3.360 kWh per huishouden per jaar, is de terugverdientijd van deze investering meer dan 20 jaar. Hierbij is nog geen rekening gehouden met financieringskosten, onderhoud en afschrijving.

Er zijn wereldwijd nog maar weinig gerealiseerde getijcentrales. Het effect op de ecologie als gevolg van de draaiende turbines is dan ook maar beperkt onderzocht. Uit ervaringen met waterkrachtcentrales in riviersystemen weten we dat er vooral problemen op kunnen treden met sterfte van dieren die door de turbines heen zwemmen of worden gezogen (met name vis). De turbines in de uitgewerkte getijcentrale draaien langzaam (type horizontale bulb-turbines) in vergelijking met andere typen turbines. Het is daardoor aannemelijk dat de sterftekans van vissen die een langzaam draaiende turbine passeren beperkt is, in ieder geval kleiner dan bij andere typen waterkrachtturbines. Echter, deze sterftekans is, voor zover bekend, nog niet daadwerkelijk in voldoende mate gemeten. Een effectief visgeleidingssysteem kan de beschadiging en sterfte verder terugdringen.

### **3.3.3 Recreatievaart**

Een schutsluis voor de recreatievaart in de Brouwersdam is technisch haalbaar. Een schutsluis in de Brouwersdam zorgt voor een directe scheepvaartverbinding van het Grevelingenmeer met de Noordzee. Hierdoor wordt de aantrekkelijkheid voor de recreatievaart vergroot van de zuidwestelijke Delta als geheel en het Grevelingenmeer in het bijzonder. Doordat voor passage van de sluis rustig vaarwater benodigd is, ligt het niet voor de hand de aanleg van een schutsluis te combineren met een doorlaatmiddel. Ook kan de schutsluis zelf niet als doorlaatmiddel worden gebruikt, omdat de schutsluis een groot deel van de tijd ook als schutsluis gebruikt zal worden en de stroming in de omgeving van de sluis vanwege de daar aanwezige recreatievaart beperkt moet blijven.

Het gecombineerd aanleggen van een schutsluis en een doorlaatmiddel leidt niet tot een besparing van kosten. De combinatie van schutsluis en doorlaatmiddel in één bouwkuip leidt namelijk waarschijnlijk niet tot winst. Er is sprake van een andere vorm van de bouwkuip en als beide constructies dicht naast elkaar staan moeten extra kosten gemaakt worden voor langere geleidedammen.

De huidige werkhaven aan de Middelpmaat is een geschikte locatie voor een schutsluis vanwege de bescherming tegen golven en stroming. Een schutsluis in het noordelijk deel van de Brouwersdam ligt minder voor de hand gezien de beperkingen voor recreatievaart die rusten op delen van de Voordelta ter hoogte van het noordelijke sluitgat in verband met de daar gelegen rustgebieden die in het Natura 2000-beheerplan zijn opgenomen.

---

Een uitgevoerde meerwaardestudie laat zien dat een schutsluis in de Brouwersdam leidt tot een stijging van de directe, gebruikgerelateerde bestedingen van circa EUR 950.000,- per jaar (Projectbureau Vrolijk, 2008). Men verwacht 26.000 sluispassages per jaar. De stijging van de bestedingen is afgeleid van een inschatting van een netto stijging van het aantal vaardagen met circa 10.300. Het aantal vaardagen zal naar verwachting netto stijgen, omdat de Grevelingen en de Delta aantrekkelijker worden als vaarwater bij de aanwezigheid van een schutsluit in de Brouwersdam. Daarnaast wordt er vanuit gegaan dat de populariteit van de watersport autonoom zal toenemen.

De economische haalbaarheid wordt bepaald door de verhouding tussen baten en kosten. De baten (jaarlijkse baten omgerekend naar een éénmalig bedrag) van circa 1,8 miljoen euro door een toename van het aantal vaardagen blijken niet op te wegen tegen de aanlegkosten van circa 68 miljoen euro inclusief omzetbelasting.

Mogelijk kan de schutsluis een kleine functie vervullen in de migratie van vis en andere dieren tussen Noordzee en Grevelingen. Er zijn genoeg voorbeelden bekend van schutsluizen die door vissen worden benut voor stroomopwaartse of stroomafwaartse migratie.

#### **3.3.4 Mogelijke aanvullende beheermaatregelen**

Beheermaatregelen, zoals het verwijderen van opgehoopt zeesla op stranden of het verwijderen van Japanse oesters op locaties met veel zwemmers of surfers kunnen lokaal een oplossing voor knelpunten voor recreanten zijn. Voor (in het kader van Natura 2000 beschermde) vogels die broeden op de eilanden, slikken en schorren kunnen ook aanvullende beheermaatregelen worden genomen, zoals de aanleg van broedeilanden, actief vegetatiebeheer of een variabel peilbeheer.

Het verwijderen van de organische sliblaag kan mogelijk een oplossing zijn voor verslibbing van de bodem van het Grevelingenmeer. De mogelijkheden voor het uitvoeren van deze maatregel en de effecten dienen echter nader te worden onderzocht.

---

## 4 Aanbevelingen

### 4.1 Aanbevelingen voor nader onderzoek

Aanbevolen wordt de volgende onderzoeken uit te voeren:

- Onderzoek effecten van verbeterde zuurstofhuishouding in waterkolom op zuurstofhuishouding in bodem'
- Update van het bekkenrapport;
- Inventarisatie van bodemsamenstelling en slibdikte inclusief de verspreiding van de *Beggiotoa* matten. Zuurstofmetingen in de ondiepere delen van het Grevelingenmeer nabij de bodem, en analyse van eerder onderzoek. Inzicht in toxiciteit baggerspecie;
- Ecologisch modelonderzoek Grevelingen;
- Morfologische studie Voordelta en Grevelingen naar effecten van getijcentrale/doorlaatmiddel in Brouwersdam;
- Onderzoek naar de effecten van peilwijzigingen op het Grevelingenmeer op de grondwaterstanden, (evt. zoetwaterbellen) en de kwel voor de infrastructuur, recreatieparken, landbouw en natuurgebieden;
- Ecologische effecten getijcentrale en schutsluis. Onderzoek haalbaarheid N2000 / KRW doelstellingen bij de verschillende alternatieven;
- Infrastructuur: Bepalen randvoorwaarden en opstellen uitvoeringsplan met schetsontwerpen en PRI kostenramingen infrastructuur doorlaatmiddel(en), getijcentrale (inclusief visgeleidingssysteem), oevers en steigers, aanpassing gemalen en overige compenserende werken. Opzet beheers instrumentarium relatie waterbeheer getijcentrale / doorlaat en waterbeheer. Kosten Baten analyse;
- Inzet Deltaverkenner voor publieksparticipatie (informereren, raadplegen, adviseren, coproduceren, (mee)beslissen).
- Marktverkenning haalbaarheid schutsluis;
- De mogelijkheden en effectiviteit van het verwijderen van de organische sliblaag.
- Globale Inventarisatie macroalgen en schelpdieren in Grevelingenmeer;
- Globale inventarisatie van sublitorale hardsubstraat-levensgemeenschappen;
- Laser opname van ondiepe oevers;
- Analyse van de morfologische processen nabij de oevers van de buitendijkse gebieden en de effecten van introductie van een getij;
- Grevelingenbalans "beheersinstrumentarium autonome ontwikkeling" na inwerking treden van Falkeese Spuisluis;
- RVR onderzoeken koppeling VZM – Grevelingen – Rivieren (inclusief mogelijkheden gebruik turbines getijcentrale als pomp)
- Aanplant zeegras (in kader van KRW).

Mogelijk zal een aantal onderzoeken in een ander kader dan de planstudie worden uitgevoerd.

---

## 4.2 Activiteiten met een m.e.r.-plicht

Alle bestudeerde varianten van een doorlaatmiddel zijn m.e.r.-plichtig, omdat de varianten resulteren in een peilwijziging van meer dan 16 centimeter. Een getijcentrale is als afzonderlijke activiteit niet m.e.r.-plichtig. De realisatie van een getijcentrale resulteert ook in een peilwijziging van meer dan 16 centimeter. De centrale moet daarom in een MER voor de peilwijziging wel behandeld worden. De onderzochte schutsluis in de Brouwersdam is niet m.e.r.-plichtig.

---

## 5 Beantwoording van de vragen

In dit hoofdstuk worden de vragen beantwoord die bij aanvang aan de verkenning gesteld zijn.

### **Hoe ziet de waterkwaliteit en ecologische toestand er in 2015 uit met het huidige beheer en wat zijn de knelpunten?**

De ophoping van organisch materiaal (slib) in het Grevelingenmeer is in de huidige situatie één van de belangrijkste zorgpunten. De afbraak van slib kost zuurstof, waardoor de bodem zuurstofloos wordt en het water in de diepere delen zuurstofarm. Tijdens warme zomers kan wel 10% van het bodemoppervlak zuurstofloos worden. Het knelpunt is ontstaan doordat sinds de afsluiting van de Grevelingen de productie en aanvoer van organisch materiaal (door groei van planten en algen) groter is dan de afbraak en afvoer. De problemen door de ophoping van slib lijken de laatste jaren toe te nemen en ook op ondiepere delen voor te komen. Door de zuurstofloze bodem en het zuurstofarme water boven de bodem, sterft het bodemleven af. Dit effect kan doorwerken naar organismen die hoger in de voedselketen staan waaronder vissen en visetende vogels. Bovendien is het zachte slib voor veel bodemdieren ongeschikt om zich op te vestigen. Vissers hebben aangegeven dat commerciële oesterbanken afsterven door de zuurstofarme omstandigheden. De capaciteit van het huidige doorlaatmiddel in de Brouwersdam (de Brouwerssluis) is onvoldoende om het water in het Grevelingenmeer voldoende te verversen. De verwachting is dat de situatie in 2015 niet is verbeterd of mogelijk is verslechterd. Overigens worden in de huidige situatie de meeste (concept)doelen voor KRW en Natura 2000 wel reeds gehaald.

Zeegrasvelden kunnen een belangrijke functie vervullen als leefgebied voor vissen en macrofauna (kleine ongewervelde waterdieren die met het blote oog nog zichtbaar zijn). Sinds 2000 is zeegras echter uit het Grevelingenmeer verdwenen. De oorzaak is waarschijnlijk het constant hoge zoutgehalte. In de autonome situatie wordt geen terugkeer van het oorspronkelijk aanwezige zeegras verwacht, terwijl dit wel een doel is van de Kaderrichtlijn Water.

Zeesla en Japanse oesters zorgen in het Grevelingenmeer voor overlast. Zeesla hoopt zich bijvoorbeeld op achter vooroeverdedigingen en spoelt aan op recreatiestranden. Rotting veroorzaakt vervolgens stankoverlast. De Japanse oester is in het Grevelingenmeer dominant aanwezig. Surfers en zwemmers kunnen zich in ondiepe delen verwonden aan de scherpe schelpen. Voor verschillende dieren en planten zijn de harde schelpen juist weer geschikt om zich aan vast te hechten of tussen te leven.



---

### **Welke alternatieven zijn er om de knelpunten op te lossen en welke effecten hebben deze alternatieven?**

Het vergroten van de uitwisseling met de Noordzee door middel van een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam is een goede maatregel om de zuurstofhuishouding van het water van het Grevelingenmeer duurzaam te verbeteren. Berekeningen met een computermodel laten dit zien. In de Verkenning zijn vier varianten van een doorlaatmiddel onderzocht. De varianten variëren in omvang en locatie van het doorlaatmiddel. De verschillen tussen de varianten zijn klein. De verbetering bij de variant met de kleinste omvang (Gedempt Getij) is vrijwel even groot als bij de varianten met een grotere doorlaatopening in de Brouwersdam.

Doorspoelen van het Grevelingenmeer met water vanuit de Oosterschelde door het verdubbelen van de capaciteit van de Flakkeese spuisluis in de Grevelingendam lost de knelpunten in de zuurstofhuishouding niet op.

Het is onduidelijk of een doorlaatmiddel ook een oplossing is voor de ophoping van organisch materiaal. Door de aanvoer van zuurstofrijk water uit de Noordzee zal de afbraak van organisch materiaal worden versneld. Tegelijkertijd stijgt echter ook de belasting met voedingsstoffen, omdat met de aanvoer van water uit de Noordzee ook voedingsstoffen worden meegevoerd. Hierdoor neemt de productie van organisch materiaal in de vorm van planten en algen toe. Het gebruikte computermodel geeft onvoldoende informatie over de balans tussen afbraak en afvoer enerzijds en productie en aanvoer anderzijds. Deze balans moet in de planstudie nader onderzocht worden.

Wanneer er een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam wordt aangelegd, keert een klein deel van het oorspronkelijk aanwezige getij weer terug in de Grevelingen. Het verschil tussen de maximale en minimale waterstand (de getijslag) is afhankelijk van de omvang van het doorlaatmiddel. In de Verkenning zijn varianten onderzocht die resulteren in een getijslag van 0,5 meter (Gedempt Getij), 0,7 meter (Noorderspuisluis) of 1 meter (Maximaal Getij). Naarmate de getijslag groter is neemt het areaal intergetijdegebied toe, wat bijvoorbeeld gunstig is voor verschillende soorten vogels. Een grotere getijslag is mogelijk, maar omdat de hoogste waterstand dan boven de NAP +0,3 m uitkomt zullen de kosten voor aanpassing van infrastructuur langs de Grevelingen (bijvoorbeeld om aan de droogleggingsnorm voor buitendijkse gebieden zoals Port Zélande te kunnen blijven voldoen) dan sterk toenemen.

Beheermaatregelen, zoals het verwijderen van opgehoopt zeesla op stranden of het verwijderen van Japanse oesters op locaties met veel zwemmers of surfers kunnen lokaal een aanvullende oplossing voor knelpunten voor recreanten zijn. Beheermaatregelen lossen niet de knelpunten in de zuurstofhuishouding op.

---

### **Op welke locatie(s) kan een doorlaatmiddel worden aangelegd en hoe groot moet het doorlaatmiddel zijn?**

Van noord naar zuid zijn drie onderdelen van de Brouwersdam te onderscheiden: het noordelijk sluitgat, het middelste deel ter hoogte van de Kabbelaarsbank en de Middelplaat en tenslotte het zuidelijk sluitgat. Alleen de twee sluitgaten, die liggen op de locatie van de oude getijdegeulen, zijn geschikt voor het aanleggen van een doorlaatmiddel. Er is niet veel verschil in effecten en in aanlegkosten tussen een doorlaatmiddel in het noordelijk sluitgat en een doorlaatmiddel van dezelfde omvang in het zuidelijk sluitgat. Bij de aanleg van één nieuw doorlaatmiddel ligt het noordelijk sluitgat voor de hand, omdat in het zuidelijk sluitgat reeds een doorlaatmiddel aanwezig is (de huidige Brouwerssluis). Daarnaast zijn de economische activiteiten en ontwikkelingen (zoals strandrecreatie) meer rond de zuidelijke helft van de Brouwersdam geconcentreerd, waardoor een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam in het noordelijke sluitgat daar minder gevolgen voor heeft.

De omvang van het doorlaatmiddel hangt af van de gekozen variant. Bij de kleinste bestudeerde variant (Gedempt Getij) heeft het doorlaatmiddel een lengte van ongeveer 150 meter. Zoals gezegd zorgt deze variant reeds voor een duurzame verbetering van de zuurstofhuishouding en leiden omvangrijkere varianten niet of nauwelijks tot een verdere verbetering.

### **Is een scheepvaartverbinding door de Brouwersdam technisch en economisch haalbaar?**

Een schutsluis in de Brouwersdam is technisch haalbaar. Doordat voor passage van de sluis rustig vaarwater benodigd is, ligt het niet voor de hand de aanleg van een schutsluis te combineren met een doorlaatmiddel. Bovendien leidt dit niet tot een besparing van kosten. Ook kan de schutsluis zelf niet als doorlaatmiddel worden gebruikt. De huidige werkhaven aan de Middelplaat is een geschikte locatie voor een schutsluis.

De economische haalbaarheid wordt bepaald door de verhouding tussen baten en kosten. Door de realisatie van een schutsluis wordt het Grevelingenmeer aantrekkelijker als vaarwater en stijgt netto het aantal vaardagen. De extra bestedingen die dit tot gevolg heeft, zijn de baten van de schutsluis. De baten van (omgerekend) eenmalig circa 1,8 miljoen euro blijken niet op te wegen tegen de aanlegkosten van circa 70 miljoen euro.

---

## Is het opwekken van getijenergie technisch en economisch haalbaar?

Een getijcentrale in de Brouwersdam voor het opwekken van getijenergie is technisch haalbaar. In de doorlaatmiddelen kunnen turbines worden geplaatst voor energieopwekking. De getijcentrale functioneert in die situatie dus als doorlaatmiddel. Een getijcentrale bij een getijslag van 1 meter voorziet in de energiebehoefte van ongeveer 100.000 huishoudens. De omvang van de getijcentrale bedraagt in dat geval circa 820 meter (106 turbines) in het noordelijk sluitgat en circa 540 meter (70 turbines) in het zuidelijk sluitgat. De kosten van een getijcentrale worden geraamd op meer dan 1,5 miljard euro inclusief omzetbelasting. Hiervan is ongeveer de helft toe te rekenen aan de getijcentrale. De andere helft is toe te rekenen aan het doorlaatmiddel voor Maximaal Getij. De investering in de getijcentrale komt overeen met een investering van 7.000 euro per huishouden. Bij een leveringsprijs van elektriciteit van ongeveer 10 cent per kWh en een gemiddeld verbruik van 3.360 kWh per huishouden per jaar, is de terugverdientijd van deze investering meer dan 20 jaar. Hierbij is nog geen rekening gehouden met financieringskosten, onderhoud en afschrijving. Ook kleinere getijcentrales zijn denkbaar. De kosten daarvan zijn in deze verkenning niet geraamd maar door middel van interpolatie bepaald. Of de investering in een getijcentrale financieel en maatschappelijke haalbaar wordt geacht, dient in een verkenning van de energiemarkt nader te worden onderzocht. Mogelijk ligt hier ook een kans om rivierwater versneld af te voeren, omdat de turbines mogelijk ook gebruikt kunnen worden als pomp.

## Wat zijn de kosten van kansrijke oplossingsrichtingen en hoe kunnen deze worden gefinancierd?

Aan de hand van een schetsontwerp is voor enkele kansrijke oplossingsrichtingen een kostenraming opgesteld met een nauwkeurigheid die past bij het niveau van de verkenning (+/- 50%). Voor het bepalen van de kosten van varianten waarvoor geen schetsontwerp is opgesteld, zijn de kosten bepaald door middel van interpolatie. De kosten zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 5.1 . Kosten van de bestudeerde varianten.

Oplossingsrichtingen		Kosten (M€)	
Getijslag	Doorlaatmiddel	Kosten (M€) ± 50% (excl. BTW)	Vershil in kosten (excl. BTW) tussen spuisluis en getijcentrale
5 cm	huidige spuisluis	nvt	nvt
30 cm	nieuwe spuisluis	210	nvt
	getijcentrale	niet opportuun	
50 cm	nieuwe spuisluis	260	190
	incl. getijcentrale	450	
70 cm	nieuwe spuisluis	460	300
	incl. getijcentrale	760	
100 cm	nieuwe spuisluis	650	500 - 650
	incl. getijcentrale	1150 - 1300	
nvt	schutsluis	70	nvt

Het doorlaatmiddel ter verbetering van de waterkwaliteit komt in principe voor rekening van de waterkwaliteitsbeheerder en dat is Rijkswaterstaat. De schutsluis zal ten laste kunnen komen van de recreatiesector, bijvoorbeeld in de vorm van een samenwerking tussen de provincie, gemeenten, recreatieschap en recreatieondernemers. De additionele kosten van de getijcentrale komen voor rekening van een marktpartij die zo'n centrale wil ontwikkelen. De financieringsmogelijkheden dienen door de betrokken partijen te worden uitgewerkt. Hierbij kan ook gedacht worden aan subsidiemogelijkheden door Europa en het Rijk, bijvoorbeeld het Ministerie van Economische Zaken.

**Welke kennis ontbreekt nog voor het uitvoeren van een planstudie?  
Zijn er nog alternatieve oplossingen die moeten worden onderzocht?**

Voor het uitvoeren van de planstudie ontbreekt nog voldoende kennis over de effecten van een verbeterde zuurstofhuishouding in de waterkolom op de (afbraak van) de organische sliblaag op de bodem.

---

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.

Daarnaast is nader onderzoek gewenst naar de maatschappelijke haalbaarheid van een getijcentrale (energiemarkt en energiebeleid), de effecten op vissterfte van een bulb-turbine en de mogelijkheden voor een visgeleidingssysteem. Ten aanzien van een schutsluis is een door marktpartijen uitgevoerd onderzoek gewenst naar de haalbaarheid en financiering van een schutsluis voor recreatievaart en mogelijk ook visserij.

Beheermaatregelen zoals het verwijderen van slib zijn in combinatie met een nieuw doorlaatmiddel mogelijk van toegevoegde waarde.

### **Voor welke activiteiten is het volgen van een m.e.r.-procedure verplicht?**

Alle bestudeerde varianten van een doorlaatmiddel zijn m.e.r.-plichtig, omdat de varianten resulteren in een peilwijziging van meer dan 16 centimeter. Een getijcentrale is als afzonderlijke activiteit niet m.e.r.-plichtig. De realisatie van een getijcentrale resulteert echter ook in een peilwijziging van meer dan 16 centimeter. De centrale moet daarom in een MER voor de peilwijziging wel behandeld worden. De onderzochte schutsluis in de Brouwersdam is niet m.e.r.-plichtig.

# Bijlage I. Doelen van de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000

## Kaderrichtlijn Water

Tabel I.1. Samenvatting GEP Grevelingenmeer (ontleend aan Sierdsma & Van den Broek, 2007).

Parameter/ kwaliteitselement	Eenheid/beoordelingscriterium	GEPwaarde
<b>Fysisch-chemische parameters</b>		
Thermische omstandigheden	°C	≤25
Zuurstofhouding in de bovenlaag	mg/l	6-12
	%	60-120
Chloridegehalte	g Cl/l	14-18
Zuurgraad	pH	5,5-9
Totaal fosfor	mg P/l	≤0,11
Totaal stikstof	mg N/l	≤1,8
Dooorzicht	m	0,9
<b>Biologische kwaliteitselementen</b>		
Fytoplankton	Abundantie - Chlorofyl-a gehalte (µg/l)	<12
	Soortensamenstelling (negatieve bloeien) - Aantal cellen Phaeocystis (10 <sup>6</sup> cel/l)	<10
Macrofyten	Zee gras - kwantiteit (% van potentieel begroeibaar oppervlak begroeid met zee gras)	>50
	- kwaliteit (% begroeide oppervlak met bedekking zee gras > 60%)	>40
	Zeesla - % gebied met overlast	<1%
Macrofauna	-	-
Vis	Aantal diadrome soorten	3-4
	Aantal estuariene residenten	6-8
	Aantal mariene soorten	8-11
	Aantal zoetwatersoorten	0-1

## Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000

### Habitattypen

- H1310 Behoud oppervlakte en kwaliteit van eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met *Salicornia spp.* en andere zoutminnende planten.
- H1330 Behoud oppervlakte en kwaliteit van Atlantische schorren.
- H2130 Behoud oppervlakte en kwaliteit van vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie (grijze duinen).
- H2160 Behoud oppervlakte en kwaliteit van duinen met *Hippophae rhamnoides*.
- H2170 Behoud oppervlakte en kwaliteit van duinen met *Salix repens ssp. argentea*.
- H2190 Behoud oppervlakte en kwaliteit vochtige duinvalleien.
- H6430 Behoud omvang en kwaliteit van voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones.

### Vogels

Voor zowel broedvogels als niet-broedvogels in de Grevelingen zijn concept instandhoudings-doelen vastgesteld. In onderstaande tabel 4

staan deze doelen voor de soorten genoemd in de kernopgaven kort samengevat.

**Tabel I.2. Concept instandhoudingsdoelen ontleend aan concept aanwijzingsbesluit Natura 2000 gebied 115 - Grevelingen.**

Soort	Instandhoudingsdoelen Grevelingen
Kluut (broedvogel)	behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van tenminste 3000 broedparen. behoud omvang en kwaliteit met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 80 vogels (seizoensgemiddelde).
Bontbekplevier (broedvogels)	behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van tenminste 200 broedparen. behoud omvang en kwaliteit met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 50 vogels (seizoensgemiddelde).
Strandplevier (broedvogel)	behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van tenminste 350 broedparen. Uitbreiding omvang en/of verbetering kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 20 vogels
Grote stern (broedvogel)	behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van tenminste 4000 broedparen.
Visdief (broedvogel)	behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van tenminste 6500 broedparen.
Dwergstern (broedvogel)	behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van tenminste 300 broedparen.
Fuut (niet-broedvogel; viseter)	behoud omvang en kwaliteit met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 1600 vogels (seizoensgemiddelde).
Geoorde fuut (niet-broedvogel; viseter)	behoud omvang en kwaliteit met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 1500 vogels (seizoensgemiddelde).
Middelste zaagbek (niet-broedvogel; viseter)	behoud omvang en kwaliteit met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 1900 vogels (seizoensgemiddelde).
Aalscholver (niet-broedvogel; viseter)	behoud omvang en kwaliteit met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 310 vogels (seizoensgemiddelde).

---

# Colofon

## **Uitgave**

Projectteam Verkenning Water en Getij:

### **Kernteam namens de opdrachtgever:**

- Jan-Willem Slager (Rijkswaterstaat Zeeland);
- Paul Paulus (Rijkswaterstaat Zeeland);
- Hanny Sliepen (Rijkswaterstaat Bouwdienst);
- Herman Haas (Rijkswaterstaat Waterdienst);
- Ies de Vries (Deltares);
- Arno Nolte (Deltares).

### **Kernteam namens de opdrachtnemer:**

- Rob Nieuwkamer (Witteveen+Bos, projectleider);
- Lennart Turlings (Witteveen+Bos, redacteur, projectcoördinatie);
- Sietse Bouma (Bureau Waardenburg, specialist ecologie);
- Wouter Lengkeek (Bureau Waardenburg, specialist ecologie).

Naast genoemde kernteamleden hebben zowel bij opdrachtgever als opdrachtnemer diverse specialisten een inhoudelijke bijdrage aan de verkenning geleverd.

## **Auteurs**

drs. L.G. Turlings

dr. ir. R.L.J. Nieuwkamer

## **Foto's**

Rijkswaterstaat Zeeland, Rijkswaterstaat Waterdienst, Deltares, Witteveen + Bos, Bureau Waardenburg en Natuur- en Recreatieschap de Grevelingen

foto voorblad: Trudy Leerschoon