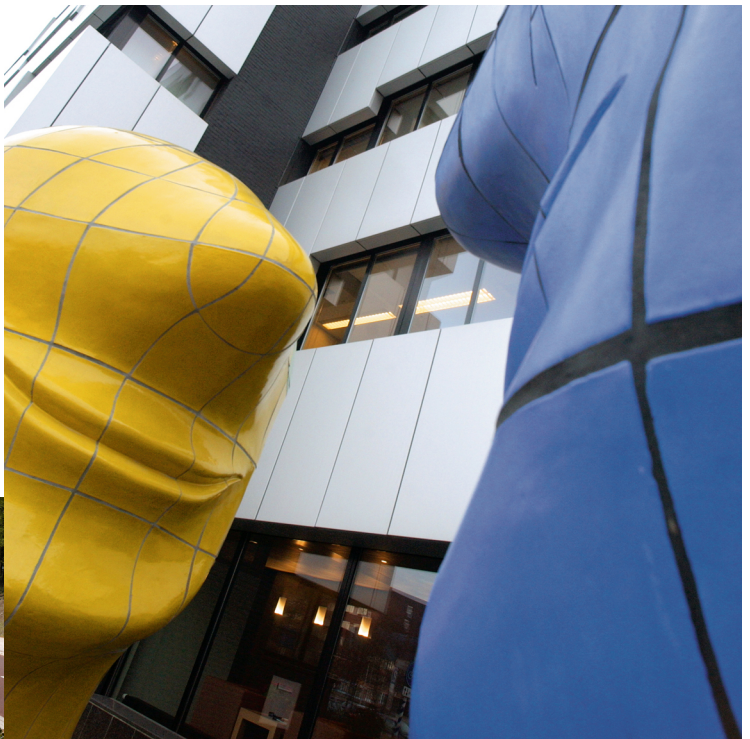


MIRT Verkenning Grevelingen

milieueffectrapport

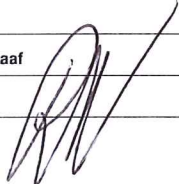


Natuur- en recreatieschap de Grevelingen

MIRT Verkenning Grevelingen

milieueffectrapport

referentie	projectcode	status
ZZRMO6000-12-1/holj2/027	SDM113-2	definitief 02
projectleider	projectdirecteur	datum
dr.ir. R.L.J. Nieuwkamer	mw. ir. C.M. SLuis	11 mei 2012

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	dr.ir. R.L.J. Nieuwkamer	

INHOUDSOPGAVE	blz.
SAMENVATTING	
1. AANLEIDING EN DOELSTELLING	1
1.1. M.e.r.-plicht	1
1.2. Aanleiding voor de MIRT Verkenning Grevelingen	1
1.3. Opgaven	2
1.4. Doelstelling en procedure planMER	4
1.5. Leeswijzer	5
2. BELEIDSKADER EN BEOORDELINGSKADER	7
2.1. Beleidskader MIRT verkenning Grevelingen	7
2.2. Beoordelingskader	9
2.3. Randvoorwaarden	11
3. GEBIEDSBESCHRIJVING EN AFBAKENING	13
3.1. Gebiedsbeschrijving	13
3.2. Afbakening	16
4. BOUWSTENEN EN ALTERNATIEVEN	17
4.1. Bouwstenen voor de ontwikkeling van integrale alternatieven voor de Grevelingen	17
4.2. Alternatieven	19
5. SAMENVATTING EFFECTEN	25
5.1. Bijdrage aan hoogwateropgave rivierengebied	25
5.2. Verbeteren waterkwaliteit en ecologie	27
5.3. Opwekken duurzame energie	36
5.4. Regionaal-economische toeristische structuur	38
5.5. Morfodynamiek	39
5.6. Beroepsvisserij	43
5.7. Landbouw en omwonenden	44
5.8. Landschap en cultuurhistorie	47
5.9. Niet onderscheidende aspecten	48
6. INTEGRALE EFFECTVERGELIJKING TUSSEN ALTERNATIEVEN	51
6.1. Overzicht van effecten en conclusies op hoofdlijnen	51
6.2. Leemten in kennis	54
laatste bladzijde	55
BIJLAGEN	aantal blz.
-	

SAMENVATTING

In deze PlanMER voor de MIRT verkenning Grevelingen zijn vijf alternatieven (zie tabel 1) met elkaar vergeleken die ontwikkeld zijn om antwoord te geven op vijf opgaven waarvoor het gebied van de Grevelingen gesteld staat:

- klimaatveiligheid: de toekomstige functie van het Volkerak-Zoommeer voor de noodopvang van grote hoeveelheden rivierwater wordt krachtiger wanneer ook de Grevelingen wordt ingericht voor waterberging. Dit vereist een (open) verbinding tussen het Volkerak-Zoommeer en de Grevelingen;
- de waterkwaliteit in de Grevelingen verslechtert. Er moet vooral iets gedaan worden aan de zuurstofloosheid nabij de bodem;
- het realiseren van een getijdencentrale draagt bij aan de doelstellingen voor duurzame energie, reduceert de CO₂-emissies en het innovatieve karakter van een dergelijke centrale kan mogelijkheden bieden om kennis te exporteren;
- het verbeteren van de regionaal-economische (toeristische) structuur, want de economische situatie rond de Grevelingen verslechtert;
- natuurdoelstellingen, bijdrage intergetijdennatuur en verantwoord medegebruik Grevelingen; gecontroleerd terugbrengen van het getij en de open verbinding tussen Volkerak-Zoommeer en Grevelingen leidt tot nieuwe getijdennatuur, die van betekenis kan zijn voor natuurdoelstellingen voor de hele Delta. Bovendien biedt de robuustheid van de herstelde dynamiek kansen voor uiteenlopende vormen van medegebruik.

Doel PlanMER

Doel van het voorliggende planMER is de milieueffecten van vijf alternatieven voor de Grevelingen systematisch te beschrijven ten opzichte van een referentie (de huidige situatie en autonome ontwikkeling, HSAO), alsmede het opstellen van een Passende Beoordeling.

Naast de vergelijking van de alternatieven heeft ook een vergelijking van de effecten van de bouwstenen plaatsgevonden. De resultaten van deze beoordeling staan in de factsheets in hoofdstuk 3 van het bijlagenrapport, deel B.

Bouwstenen en alternatieven

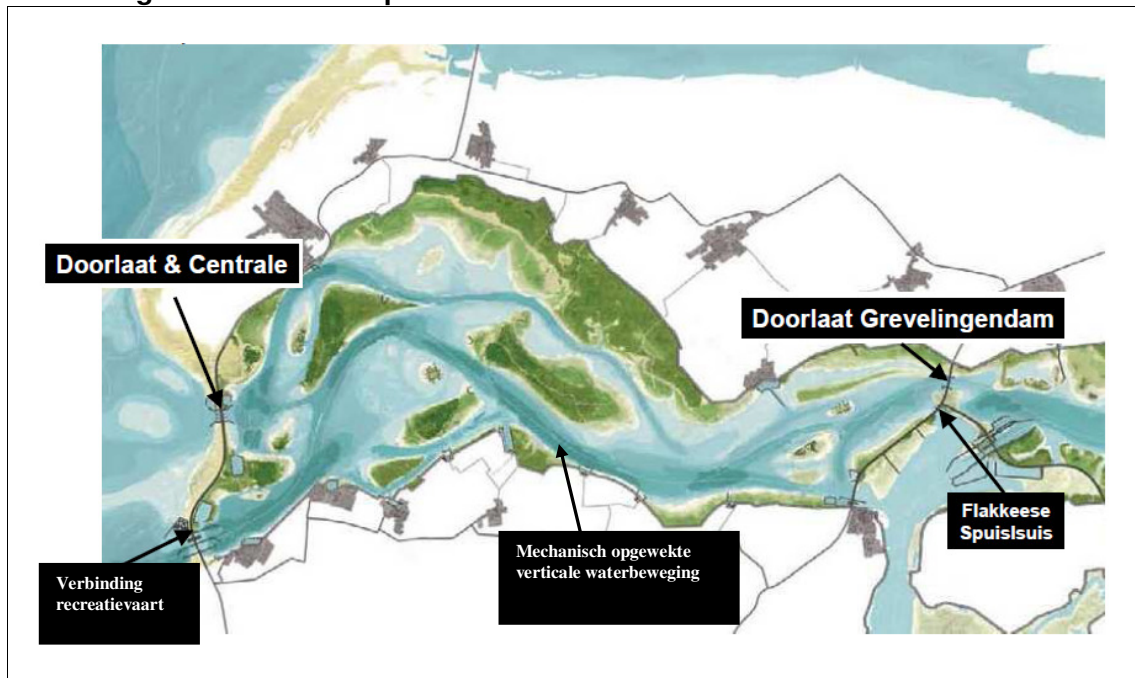
De alternatieven zijn samengesteld uit bouwstenen:

1. bouwsteen Waterkwaliteit en Energie: doorlaatmiddel Brouwersdam met getijdencentrale;
2. bouwsteen Waterkwantiteit: doorlaat Grevelingendam met bergingsregime;
3. bouwsteen Recreatie en Toerisme: vaarverbinding tussen de Grevelingen en de Noordzee voor de recreatievaart, al dan niet met een doorlaat met of zonder brug in de Grevelingendam;
4. Flakkeese Spuisluis. In de MIRT Verkenning Grevelingen wordt onderzocht in hoeverre ingebruikname van de Flakkeese Spuisluis meerwaarde biedt ten opzichte van het (eventueel) terugbrengen van getij in de Grevelingen;
5. kunstmatige waterbeweging kan de stratificatie van de waterkolom verminderen en zo de zuurstofproblematiek verminderen.
6. bouwsteen Ontwikkelingsruimte: Ontwikkelingsperspectief voor natuur, recreatie en toerisme, visserij en overige gebruiksfuncties. Het (beperkt) terugbrengen van de getijdendynamiek, het verbeteren van waterkwaliteit, het versterken van duurzaamheid en toegankelijkheid van de Grevelingen bieden mogelijkheden voor ontwikkeling van functies als natuur, recreatie, schelpdiervisserij. De wijze waarop deze ontwikkelingsruimte (actief) wordt benut is een belangrijke bouwsteen voor de ontwikkeling van alternatieven.

Tabel 1. Overzicht van de alternatieven van de MIRT Verkenning Grevelingen

alternatieven: bouwstenen:	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Vol- kerak- Zoommeer	3 Grevelingen gebiedsont- wikkeling	4 waterber- ging Gre- velingen	5 Grevelin- gen en ef- fectbestrij- ding
Flakkeese Spuisluis	ja	nee	nee	nee	ja	ja
doorlaatmiddel Brouwersdam en getijden- centrale	nee	ja	ja	ja	nee	nee
recreatievaartverbin- ding	nee	ja	ja	ja	nee	nee
doorlaat Grevelingend- dam	nee	ja, open	ja, afsluitbaar	nee	ja, afsluit- baar	nee
kunstmatige (verticale) waterbeweging	nee	nee	nee	nee	nee	ja
ontwikkelingsruimte	nee	ja	ja	ja	nee	ja

Afbeelding 1. Bouwstenen op de kaart



Methode

Het detailniveau van de effectbeschrijving van dit planMER is afgestemd op het detailniveau van de Grevelingenvisie. Het planMER bevat daarbij informatie die nodig is voor een keuze tussen alternatieven. Voor dit planMER is een beoordelingskader opgesteld met criteria waaraan de alternatieven zijn getoetst. De toetsing is deels kwalitatief gedaan op basis van gegevens uit de literatuur. Bij de toetsing is vooral aandacht besteed aan de verschillen tussen de alternatieven met de referentiesituatie (de huidige situatie met autonome ontwikkeling). De beoordeling van de effecten van de alternatieven gebeurt ten opzichte van de referentie. De referentie scoort daarom per definitie neutraal, ook als de referentie

verslechtert of verbetert ten opzichte van de huidige situatie. Er wordt de volgende codering toegepast:

- ++ : zeer goed, c.q. grote verbetering ten opzichte van de referentie;
- + : goed, c.q. verbetering ten opzichte van de referentie;
- 0 : neutraal, c.q. gelijk aan de referentie;
- - : negatief, c.q. verslechtering ten opzichte van de referentie;
- -- : zeer negatief, c.q. sterke verslechtering ten opzichte van de referentie.

Een uitzondering op deze methode van toetsing is de toetsing van de ecologische effecten aan de doelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) en de instandhoudingsdoelen Natura 2000 (passende beoordeling). Deze beoordelingen zijn ook gedaan ten opzichte van de landelijk geformuleerde doelen en de resultaten daarvan staan in het bijlagenrapport.

Randvoorwaarden

De alternatieven moeten voldoen aan de kaderstellende wetgeving en beleid. In dat kader zijn de Waterwet (veiligheid van waterkeringen) en de natuurwetgeving (natuurbeschermingswet, flora en fauna wet en Natura 2000) relevant. De instandhoudingsdoelen en beschermde soorten moeten worden gerespecteerd. Voor de Voordelta (Bollen van de Ooster) zijn aparte instandhoudingsdoelen geformuleerd. In de Voordelta zijn een rustgebied voor vogels en zeehonden en een bodembeschermingsgebied aangewezen, waar beperkingen gelden voor visserij, recreatie en toerisme. Het kan zijn dat de maatregelen enerzijds positief of neutraal scoren op bepaalde Natura-2000 doelstellingen en anderzijds negatief scoren op deze doelstellingen. De negatieve effecten kunnen mogelijk met mitigerende maatregelen worden gecompenseerd. Hier zal dan nog expliciet naar moeten worden gekeken.

Beoordeling van de effecten

Het beoordelingskader met de criteria is opgedeeld in twee delen. Het eerste deel bevat de criteria die samenhangen met de vijf hierboven genoemde projectdoelen van deze MIRT verkenning (tabel 2). Aan de hand daarvan worden de alternatieven ook per hoofdcriteria beoordeeld (tabel 3). Het tweede deel van het beoordelingskader bevat de criteria die de overige effecten meten, namelijk de effecten op morfodynamiek, beroepsvisserij, landbouw, omwonenden, landschap en cultuurhistorie, verkeer, geluid, lucht en licht en externe veiligheid (tabel 4).

De effecten in tabel 2 zijn beoordeeld ten opzichte van de referentie. De referentie bestaat uit de huidige situatie plus autonome ontwikkeling. Doordat de alternatieven ten opzichte van de referentie worden beoordeeld wordt niet inzichtelijk wat de autonome ontwikkeling is. De autonome ontwikkeling is voor de hoogwaterveiligheid een -, de waterkwaliteit scoort --, (getijden)natuur scoort 0, getijdenenergie scoort 0 en recreatiemogelijkheden scoren ook 0.

Tabel 2. Overzicht effectbeschrijving van de vijf projectdoelen

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak-Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak-Zoommeer	3 Grevelingen gebiedsontwikkeling	4 waterberging Grevelingen	5 Grevelingen en effectbestrijding
hoogwaterveiligheid						
bergingscapaciteit Grevelingen	0	++	++	0	+	0
waterkwaliteit en ecologie						
waterkwaliteit						
zuurstof	0	++	++	++	0	+
nutriënten	0	0 (P) en - (N) ¹	0	0	0	0
zoutgehalte	0	+	0/-	0	0/-	0
zoutgradiënt	0	+	0	0	0	0
doorzicht	0	-	0	0	0	0
temperatuur en pH	0	0	0	0	0	0
algenbloei	0	- ¹	- ¹	- ¹	0	0
zeesla	0	- ¹	0	0	0	0
zeegras	0	+	0	0	0	0
ecologie						
bodemdieren	0	+	+	+	0/-	+
vissen	0	+/- ²	+/- ²	+/- ²	0	0/+
vegetatie	0	+ en -	+ en -	+ en -	0	0
kustbroedvogels	0	-	-	-	0	0
visetende vogels	0	+	+	+	0	0/+
bodemdieretende vogels	0	+	+	+	0	+
plantenetende vogels	0	+ en -	+ en -	+ en -	0	0
zeezoogdieren	0	+ en -	+ en -	+ en -	0	0
noordse woelmuis	0	0	+/- ³	0	+/- ³	0
areaal intergetijdengebied (ha)	0	+	+	+	0	0
getijdenenergie						
energieopbrengst	0	++	++	++	0	0
CO ₂ -emissie	0	++	++	++	0	0
spin-off van innovatie	0	++	++	++	0	0
recreatiemogelijkheden voor:						
duikers	0	++	++	++	0	+
oeverrecreatie	0	++	++	++	0	+
verblijfsrecreatie	0	+	+	+	0	+
recreatievaart	0	++	+	+	0	0
sportvisserij	0	+	+	+	0	0/+
strandrecreatie	0	0	0	0	0	0

¹ De waarde van deze variabelen neemt toe, wat als negatief wordt beoordeeld.

² Afhankelijk van het effect van de getijdencentrale. Er worden scherpe eisen gesteld aan het ontwerp van de getijdencentrale ten aanzien van vissterfte. Hieruit kan op voorhand niet geconcludeerd worden dat er negatieve effecten optreden voor zeldzame soorten.

³ Afhankelijk van de herhalingstijd van de waterberging.

Tabel 3. Effectbeschrijvingen gesommeerd

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Vol- kerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak- Zoommeer	3 Grevelingen gebieds- ontwikke- ling	4 waterber- ging Gre- velingen	5 Grevelingen en effectbe- strijding
hoogwaterveiligheid	0	++	++	0	++	0
waterkwaliteit en ecologie	0	++	++	++	+	+
(getijden)natuur	0	+	+	+	0	0
getijdenenergie	0	++	++	++	0	0
recreatiemogelijkheden	0	++	++/+	++/+	0	+

Tabel 4. Overige effecten

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Vol- kerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak- Zoommeer	3 Grevelingen gebieds- ontwikke- ling	4 waterber- ging Gre- velingen	5 Grevelingen en effectbe- strijding
morfodynamiek						
verandering van areaal oe- vers en platen Grevelingen	0	-	-	-	0	0
verandering van areaal Bol- len van de Ooster	0	+	+	+	0	0
verandering bodemligging rondom doorlaten Brou- wersdam en Grevelingen- dam	0	0	0	0	0	0
verandering strand Brou- wersdam	0	0	0	0	0	0
beroepsvisserij						
oestervisserij	0	+	+	+	0	+
mogelijkheden mosselteelt	0	++	++	++	0	0
aal- en kreeftvisserij	0	0	0	0	0	+
landbouw						
natschade	0	0	0	0	0	0
droogteschade	0	0	0	0	0	0
zoutschade	0	0	0	0	0	0
landschap en cultuurhis- torie						
verandering van fysisch- geografische landschapsty- pe	0	+	+	+	0	0
verandering van ruimtelijk visuele kenmerken	0	+	+	+	0	0
verandering van historisch- geografische patronen, elementen en ensembles	0	-	0	0	0	0

Conclusies

Op basis van de effectbeschrijvingen en de twee beoordelingstabellen kunnen op hoofdlijnen de volgende conclusies worden getrokken:

Alternatief 1: duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak-Zoommeer:

- het doorlaatmiddel in de Brouwersdam geeft een zeer goede verbetering van de zuurstofhuishouding in de Grevelingen. Ecologisch gezien profiteren bodemdieren, bodemvissen en bodemdieretende vogels van deze verbetering, alsmede de recreatie en de visserij;
- de Passende Beoordeling laat zien dat de effecten op Natura 2000-doelen voor de meeste instandhoudingsdoelen neutraal tot positief zijn. Hierop zijn echter enkele belangrijke uitzonderingen. Door de herintroductie van getij in de alternatieven 1, 2 en 3 overstroomden laaggelegen gebieden die nu niet of slechts zeer zelden overstroomden. Zonder mitigerende maatregelen heeft dit negatieve effecten op het broedbiotoop van kustbroedvogels, op vochtige duinvalleien en de groenknolorchis en op het voedselbiotoop van grauwe gans en kolgans;
- door de permanente opening in de Grevelingendam scoort alternatief 1 negatief op de nutriënten en als gevolg daarvan op zeesla;
- omdat een doorlaat wordt gerealiseerd zal een veiligheidszone noodzakelijk zijn, vergelijkbaar met de Oosterscheldedam en de Haringvlietsluizen, waardoor de ruimte op het water voor de recreant wordt ingeperkt;
- de morfologische effecten van de getijcentrale met doorlaat op de stranden van Schouwen-Duiveland en Goeree lijken beperkt;
- de morfologische effecten van de getijcentrale met doorlaat op de Bollen van de Ooster lijken gunstig, omdat het plaatoppervlak in de toekomst toeneemt;
- de peilstijgingen op de Grevelingen onder invloed van zeespiegelstijging (0,85 m voor alternatieven 1, 2 en 3 en 0,40 m voor de referentie en alternatieven 4 en 5) zijn veel groter dan de invloed van een gemiddelde getijslag van 0,50 m, waarbij het maximum peil slechts 0,25 m boven het middenpeil uitkomt (zie paragraaf 4.2). De zeespiegelstijging heeft daardoor grote invloed op de platen en slikken in de Grevelingen, die voor een groot deel onderwater zullen lopen. De oeververdedigingen, die zijn aangelegd met een kruinhoogte op ongeveer NAP, zullen in de toekomst opgehoogd moeten worden. De effecten van zeespiegelstijging zijn groter dan de effecten van gemiddelde getijslag van de alternatieven 1, 2 en 3. De alternatieven hebben een pomp wat een positieve invloed heeft op de hoogwaterveiligheid. In deze alternatieven kan worden voorgemalen en kan het water weg worden gepompt, waardoor de periode van waterberging korter is en het water minder hoog komt te staan.

Alternatief 2: duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak-Zoommeer:

- net als alternatief 1 heeft ook alternatief 2 een doorlaat in de Brouwersdam, waarmee dezelfde ecologische verbeteringen behaald worden;
- voor de passende beoordeling voor de effecten op de Natura-2000 doelstellingen geldt dat incidentele waterberging in alternatief 2 leidt tot overstrooming van gebieden met zout water. Dit heeft negatieve effecten op grijze duinen, duindoornstruwelen, kruipwilgstruwelen, vochtige duinvalleien, ruigten en zomen, groenknolorchis en noordse woelmuis. Omdat waterberging naar verwachting buiten het broedseizoen optreedt, zijn er geen negatieve effecten op kustbroedvogels. De negatieve effecten op instandhoudingsdoelen van Natura 2000 vormen een belangrijk risico bij de vergunningverlening in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Bij de verdere uitwerking van het voorkeursalternatief dient te worden bekeken in hoeverre met mitigerende maatregelen negatieve effecten zijn te voorkomen;

- alternatieven 2 (en 3) scoren op de nutriënten minder slecht dan alternatief 1, omdat de opening in de Grevelingen het grootste deel van de tijd gesloten is en de Grevelingen dus niet met het Volkerak-Zoommeer in open verbinding komt te staan;
- omdat een doorlaat wordt gerealiseerd zal een veiligheidszone noodzakelijk zijn, vergelijkbaar met de Oosterscheldedam en de Haringvlietsluizen, waardoor de ruimte op het water voor de recreant wordt ingeperkt.

Alternatief 3: Grevelingen gebiedsontwikkeling:

- Voor alternatief 3 geldt net als alternatief 1 en 2 dezelfde ecologische verbetering als gevolg van de doorlaat in de Brouwersdam;
- alternatief 3 biedt geen ruimte voor waterberging op de Grevelingen. Hierdoor scoort alternatief 3 slechts neutraal op het thema hoogwaterveiligheid, omdat het geen oplossing biedt voor de hoogwaterproblematiek.

Alternatief 4: waterberging Grevelingen:

- net als in alternatief 2 is ook in alternatief 4 sprake van incidentele waterberging. Daardoor is sprake van dezelfde negatieve effecten op de Natura 2000 doelstellingen;
- alternatief 4 heeft geen positieve effecten voor het functioneren van de Grevelingen als ecosysteem en de spin-off die daaruit voort komt voor recreatie en visserij. Het is een alternatief puur gericht op de waterbergingsopgave. Een belangrijk nadeel van de hoogwaterberging is dat incidenteel een schijf van zoetwater van 1,5 tot 2 m op de Grevelingen kan komen te staan. Voor bodemdieren kan het een probleem zijn als het water waarin ze leven tijdelijk verzoet. Voor vissen en zeezoogdieren is het tijdelijk verzoeten van het water geen groot probleem. Voor de Noordse woelmuis is het optreden van een dergelijk grote inundatie desastreus. Veel dieren zullen tijdens het bergen van water verdrinken. Verschil met alternatief 1 en 2 is dat in alternatief 4 de waterpeilen bij waterberging hoger kunnen worden en langer duren, omdat in alternatief 1 en 2 kan worden voorgemalen en weggepompt en in alternatief 4 moet het water weer langs dezelfde weg terug.

Alternatief 5: Grevelingen en effectbestrijding

In dit alternatief wordt kunstmatig verticale waterbeweging opgewekt om de stratificatie te verminderen, dit laat gunstige effecten op de zuurstofhuishouding zien en als spin-off daarvan op de soorten die afhankelijk zijn van het bodemleven, de recreatie en de visserij. Kunstmatige waterbeweging lost het zuurstofprobleem echter niet op.

Niet onderscheidende effecten:

1. de effecten voor de landbouw, geluid, lucht en licht, verkeer en externe veiligheid zijn zeer gering en niet onderscheidend voor de keuze van een voorkeursalternatief;
2. verstoring van zeezoogdieren en vogels op de platen in de Voordelta en Grevelingen kan toenemen onder invloed van de toename van het aantal recreanten dat naar de Grevelingen komt ten gevolge van de voorgestelde investeringen. In de huidige praktijk zijn er al toegangsverboden op diverse platen die als rustgebied voor zeehonden en vogels zijn aangewezen. Het is belangrijk dat dit beleid in de toekomst gecontinueerd en gehandhaafd wordt. Dit geldt voor alle alternatieven en is derhalve niet onderscheidend.

1. AANLEIDING EN DOELSTELLING

1.1. M.e.r.-plicht

Dit rapport is de planMER¹ van de MIRT-verkenning Grevelingen. Milieueffectrapportage (m.e.r.) is het in beeld brengen van de milieugevolgen van een besluit, voordat het besluit wordt genomen. Zo kan de overheid die het besluit neemt (het bevoegd gezag) de milieugevolgen bij haar afwegingen betrekken. Het doel van m.e.r. is om het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over activiteiten met mogelijk belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu. Daarnaast heeft m.e.r. twee nevendoelstellingen, namelijk:

- het stroomlijnen van besluitvorming: m.e.r. stroomlijnt de verschillende procedures die nodig zijn voor het al dan niet toestaan van die activiteit;
- het verbeteren van de milieuhouding: doordat m.e.r. de gevolgen voor het milieu systematisch in kaart brengt, is de houding van betrokkenen ten opzichte van milieubelangen in positieve zin te beïnvloeden.

M.e.r. is gebaseerd op Europese regelgeving. Er is een richtlijn voor project-m.e.r. en een richtlijn voor plan-m.e.r. In Nederland is m.e.r. geregeld in de Wet milieubeheer (Wm) en in de uitvoeringswetgeving in de vorm van een AMvB (het Besluit mer).

1.2. Aanleiding voor de MIRT Verkenning Grevelingen

Door de afsluiting van de Brouwersdam in 1970 is het grootste zoutwatermeer van Europa ontstaan. Het Grevelingenmeer heeft zich sindsdien ontwikkeld tot een waardevol natuur- en recreatiegebied van nationale en internationale betekenis. Zo is het Grevelingenmeer een bekend duikgebied en een beschermd natuurgebied. Echter, het wordt steeds duidelijker dat de afsluiting ook nadelen heeft. De ecologische toestand van het Grevelingenmeer is in de laatste decennia achteruit gegaan, ondanks dat het beheer van de bestaande Brouwerssluis een aantal malen is aangepast ten behoeve van de ecologie van het meer (Hoeksema, 2002). De belangrijkste ecologische knelpunten voor het Grevelingenmeer kunnen als volgt worden samengevat (Nieuwkamer *et al.*, 2009):

- zuurstofloze condities in en nabij de waterbodem met negatieve gevolgen voor de ecologische toestand van het meer (zie afbeelding 1.1);
- de afname van geschikt broedgebied voor kustbroedvogels;
- een mogelijk verdere afname van visetende vogels;
- de verdwijning van zeegras;
- de grootschalige ophoping van zeesla.

¹ Milieu-effectrapport voor plannen die m.e.r.-plichtig zijn.

Afbeelding 1.1. Bodemleven op verschillende diepten



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. 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 onder andere 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.

Als gevolg daarvan staat de toeristisch-recreatieve aantrekkelijkheid van het gebied onder druk en tegelijkertijd stagneert de economische ontwikkeling van de regio.

Op 11 november 2009 heeft het Bestuurlijk Overleg MIRT (BO MIRT), een overleg tussen ministers/staatsecretarissen en regionale bestuurders, besloten een verkenning te starten naar de kansen voor kwaliteitsverbetering in, op en rond de Grevelingen. De initiatiefnemers voor deze MIRT verkenning Grevelingen zijn de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu en het algemeen Bestuur van het Natuur- en Recreatieschap Grevelingen.

1.3. Opgaven

Via de MIRT Verkenning Grevelingen worden de kansen voor kwaliteitsverbetering in, op en rond de Grevelingen nader onderzocht. Het belang en de urgentie om nu het besluit te nemen om te starten met de MIRT Verkenning Grevelingen berust op vijf samenhangende pijlers (uit de notitie Reikwijdte en detailniveau, Natuur- en recreatieschap Grevelingen, 2010):

- klimaatveiligheid;
- waterkwaliteit;

- duurzame energie- en innovatieagenda;
- regionaal-economische (toeristische) structuur;
- kansen voor (getijden)natuur.

Klimaatveiligheid

De toekomstige functie van het Volkerak-Zoommeer voor de noodopvang voor grote hoeveelheden rivierwater wordt krachtiger wanneer de Grevelingen wordt ingericht voor waterberging. Dit vereist een (open) verbinding met de Grevelingen. Vervolgens wordt de calamiteitsfunctie van de Grevelingen effectiever wanneer er een doorlaat komt in de Brouwersdam waardoor het water kan afvloeien naar de Noordzee. Indien deze doorlaat wordt voorzien van een getijdencentrale voor energieopwekking ontstaat de mogelijkheid om deze zo in te richten dat hij ook als gemaal kan worden gemaakt zodat onafhankelijk van het zeewaterniveau toch water naar zee kan worden afgevoerd. De capaciteit voor waterberging wordt hierdoor vergroot. Als het technisch en economisch haalbaar is de energiecentrale als gemaal te laten functioneren, is er een gemaal met grote capaciteit beschikbaar om rivierwater uit de Delta weg te pompen.

Waterkwaliteit

De waterkwaliteit van de Grevelingen verslechtert. Het zuurstofgehalte van het water in het Grevelingenmeer is één van de belangrijkste zorgpunten van de huidige situatie. Het zuurstofgehalte in de bovenste laag is goed (circa 80 % verzadiging gedurende het gehele jaar; Wetsteijn, 2011), maar diepere delen van het meer (vanaf circa 5 m diepte, maar vooral op dieptes groter dan 10 m) kunnen het hele jaar door zuurstofarm zijn met een zuurstofloze bodem (Bouma et al., 2008). Dit komt door een combinatie van stratificatie en zuurstof consumerende (afbraak)processen in en nabij de bodem. Dit is van invloed op de natuurkwaliteiten, maar zal ook van invloed zijn op de toeristisch-recreatieve kwaliteiten van dit belangrijke gebied. Nu ingrijpen, voorkomt onomkeerbare problemen op de langere termijn (mede in relatie tot de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000).

Duurzame energie- en innovatieagenda

Het realiseren van een getijdencentrale draagt niet alleen bij aan de nationale en regionale doelstellingen ten aanzien van duurzame energie (zoals verwoord in de Energienota van het kabinet). Het zorgt er tevens voor dat de uitstoot van CO₂ wordt gereduceerd. Het innovatieve karakter van een dergelijke centrale kan mogelijkheden bieden om kennis te exporteren.

Regionaal-economische (toeristische) structuur

De realisatie van een vaarverbinding biedt kansen voor recreatief-toeristische gebiedsontwikkeling op de hele Grevelingen (bijvoorbeeld uitbreiding van bestaande- en nieuwe jachthavens). Deze kansen zouden nog groter kunnen worden, wanneer een (open) verbinding met het Volkerak-Zoommeer wordt gerealiseerd. Ook de toeristische spin-off van innovaties als een getijdencentrale en het terugbrengen van getij zullen bijdragen aan een vitale economie. In directe zin door toename van recreanten (toeristisch bezoek aan de getijdencentrale), maar ook indirect omdat ondernemers worden uitgedaagd aan te sluiten op het duurzame en innovatieve imago van de Grevelingen.

Kansen voor (getijden)natuur

Gecontroleerd terugbrengen van het getij en de open verbinding tussen Volkerak-Zoommeer en Grevelingen leidt tot nieuwe getijdennatuur. Dit kan van betekenis zijn voor natuurdoelstellingen voor de hele Delta. Bovendien biedt de robuustheid van de herstelde dynamiek kansen voor uiteenlopende vormen van medegebruik.

De MIRT Verkenning Grevelingen moet leiden tot de beslisinformatie over de toekomstige ontwikkeling van de Grevelingen:

1. het gecontroleerd terugbrengen van het getij op de Grevelingen door een nieuwe en grotere doorlaat in de Brouwersdam;
2. de bijdrage van de Grevelingen aan waterberging in de Zuidwestelijke Delta via een (open of afsluitbare) verbinding in de Grevelingendam (koppeling Grevelingen en Volkerak-Zoommeer);
3. aanleg getijdencentrale in het doorlaatmiddel in de Brouwersdam (zie besluit I) in de Brouwersdam, die tevens kan dienen als gemaal voor het afvoeren van grote hoeveelheden rivierwater;
4. aanleg van een recreatievaartverbinding in de Brouwersdam;
5. de uitvoering ingebruikname Flakkeese Spuisluis.

1.4. Doelstelling en procedure planMER

Doel van het voorliggende planMER is de milieueffecten van vijf alternatieven voor de Grevelingen (zie hoofdstuk 4) systematisch te beschrijven ten opzichte van een referentie (de huidige situatie en autonome ontwikkeling, HSAO), alsmede het opstellen van een Passende Beoordeling. De vijf alternatieven komen voort uit de doelen en de daaraan gekoppelde bouwstenen. Door de bouwstenen met elkaar te combineren zijn vijf alternatieven tot stand gekomen.

Zinvolle effectbepaling in de planMER conform de aanbevelingen van de commissie Elverding

Het detailniveau van de effectbeschrijving van dit PlanMER is afgestemd op het detailniveau van de Grevelingenvisie. Het planMER bevat daarbij informatie die nodig is voor een keuze tussen alternatieven, maar niet meer details dan noodzakelijk. Een onderzoek naar effecten is alleen relevant wanneer het resultaat de uiteindelijke keuze tussen alternatieven kan beïnvloeden, of wanneer er gezien wet- en regelgeving knelpunten verwacht worden die mogelijk om compensatie vragen. Dergelijke onderscheidende effecten worden in het planMER gedetailleerder beschreven, voor andere aspecten voldoet vaak een beoordeling op hoofdlijnen.

Bevoegd gezag

In het geval van de planMER MIRT Verkenning Grevelingen zijn er drie instanties als bevoegd gezag te onderscheiden:

- het ministerie van Infrastructuur en Milieu (DG Rijkswaterstaat): De MIRT Verkenning Grevelingen kan leiden tot ingrepen die raken aan de veiligheidsfunctie van primaire waterkeringen, het kustfundament en aan het waterbeheer van de Grevelingen;
- de provincies Zeeland en Zuid-Holland: zij zijn bevoegd gezag voor het vaststellen van de provinciale structuurvisies. De Grevelingenvisie zal worden gebruikt als input voor de structuurvisie van de provincie Zeeland en het omgevingsplan Zeeland en door de provincie Zuid-Holland als input voor de structuurvisie Zuid-Holland.

Binnen de bestuurlijke organisatie van de MIRT Verkenning Grevelingen is door de Staatssecretaris van V&W een Bestuurscommissie ingesteld die verantwoordelijk is voor de bestuurlijke aansturing van de Verkenning en de voorbereiding van de besluitvorming over de Verkenning in het BO MIRT Zeeland. In de Bestuurscommissie MIRT Verkenning Grevelingen zijn alle relevante overheden vertegenwoordigd. Op verzoek van het bevoegde gezag neemt de Bestuurscommissie MIRT Verkenning Grevelingen de planmerprocedure op zich. Dit betekent dat de Bestuurscommissie MIRT Verkenning Grevelingen verantwoordelijk is voor het doorlopen van de procedure en daarbinnen realiseren van de benodigde producten.

1.5. Leeswijzer

Het volgende hoofdstuk beschrijft het beleidskader voor de Grevelingen, waarmee de doelen helder worden gedefinieerd. Uit het beleidskader en de doelen volgen de criteria waarmee de alternatieven worden beoordeeld. In hoofdstuk 3 wordt het plangebied in meer detail beschreven, waarbij de huidige problemen en kansen in het gebied worden belicht. De verschillende alternatieven komen in hoofdstuk 4 aan bod. Hoofdstuk 5 geeft een samenvatting van de effecten van de alternatieven, beschreven aan de hand van de criteria in het beoordelingskader. In hoofdstuk 6 worden de alternatieven met elkaar vergeleken en in hoofdstuk 7 kunt u de conclusies en aanbevelingen lezen, waarbij specifiek aandacht is voor de monitoring en omgang met leemtes in kennis. In deel B van dit rapport vindt u diverse bijlagen.

2. BELEIDSKADER EN BEOORDELINGSKADER

2.1. Beleidskader MIRT verkenning Grevelingen

In hoofdstuk 1 van het deel B, het bijlagenrapport, staat een uitgebreide samenvatting van de vigerende beleidsdocumenten die relevant zijn voor de MIRT Verkenning Grevelingen. Hier worden de belangrijkste punten aangehaald, die van belang zijn voor de ontwikkeling van het beoordelingskader.

Nationaal

De aanleiding voor de MIRT verkenning Grevelingen vanuit nationaal beleid vinden we in zowel het natuurbeleid, waterbeleid als economisch beleid. In het natuurbeleid worden natuurdoelen gesteld voor de Grevelingen vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW) en Natura 2000. De KRW is een Europese richtlijn die ervoor moet zorgen dat de kwaliteit van het oppervlaktewater en grondwater in 2015 op orde is, waarbij deze termijn in een aantal gevallen wordt opgerekt tot 2021 of 2027. Belangrijke doelen vanuit dit beleidsdocument zijn gericht op de zuurstofhuishouding in de bovenlaag, begroeiing van de bodem met zeegras, beperking van overlast door zeesla en op peil houden van de visstand. In het Natura 2000 beleid worden voor belangrijke natuurgebieden instandhoudingsdoelen geformuleerd. De instandhoudingsdoelen voor de Grevelingen zijn gericht op het realiseren van de volgende kernopgaven:

- 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.

Het Nationaal Waterplan beschrijft de benodigde maatregelen voor het Nederlandse waterbeheer in de periode 2009-2015. Dit plan geeft de volgende richtlijnen voor de beleidslijn in de Zuidwestelijke Delta: 'Het opnieuw toelaten van natuurlijke processen door het gecontroleerd opheffen van de harde scheiding tussen de diverse waterbekkens geeft een herstel van de estuariene dynamiek. Dit zal zorgen voor het ombuigen van de ecologische schaduwkanten van de Deltawerken. Het vergroot ook het zelfreinigend en natuurlijk productievermogen van het water en geeft een betere verdeling van de nutriëntenbelasting over de wateren. Vismigratie van zee naar rivieren en andersom is weer mogelijk.' In het rapport van de Deltacommissie, door de regering gevraagd om advies uit te brengen over de bescherming van Nederland tegen de gevolgen van klimaatverandering, vinden we verder de concrete aanbeveling om het Volkerak-Zoommeer samen met de Grevelingen en eventueel de Oosterschelde in te richten voor de tijdelijke berging van het overtollig rivierwater van Rijn en Maas.

In de innovatieagenda Energie en stimuleringsregeling Duurzame Energie zijn ambities geformuleerd voor duurzame energievoorzieningen, waarbij waterkrachtprojecten subsidiabel zijn gesteld. De nationale beleidskaders en regelingen bieden ook kansen voor gebiedsontwikkeling in de Grevelingen. In het kustbeleid van de nota Ruimte en beleidslijn kust wordt specifiek ruimte geboden voor het ontwikkelen van een gebiedsspecifieke identiteit en verbetering van de ruimtelijke kwaliteit.

Provinciaal

Belangrijk zijn het omgevingsplan Zeeland en de Provinciale Structuurvisie Zuid-Holland. Hierin zal het voorkeursalternatief uit de MIRT Verkenning worden vastgelegd. De Structuurvisie Zuid-Holland kondigt het onderzoek naar mogelijkheden voor getijdenwerking aan.

De Grevelingenvisie verwacht een impuls van getijdenwerking voor natuurontwikkeling en recreatie. Het huidige omgevingsplan Zeeland kent aan de Grevelingen de dubbelfunctie natuur en recreatie toe. Ontwikkelingsmogelijkheden voor recreatie worden gezien aan de oost- en westzijde van de Grevelingen, met in het midden van het water het accent op natuur. Beide plannen schetsen potenties voor watersport in het gebied met ontwikkeling van havens.

Duurzame energie is een speerpunt in het actieprogramma Duurzame Innovatie Zuid-Holland en de Zeeuwse Strategienota Energie- en klimaatbeleid. Beide beleidsplannen benoemen mogelijkheden voor opwekken van getijdenenergie in de dammen. Het is hierbij de ambitie van de provincie Zeeland om in de Grevelingen een demonstratieproject te realiseren. Het actieprogramma van de provincie Zuid-Holland richt zich verder op duurzaamheid waarin milieu, water, infrastructuur, energie, klimaat en glastuinbouw een plek krijgen.

De Agenda Vrije Tijd Zuid-Holland schetst het toeristisch-recreatief beleid voor de provincie, waarbij ontwikkeling van de Brouwersdam tot trendsettend sportief strand- en watersportcentrum een speerpunt is.

Gemeentelijk

Op gemeentelijk niveau zijn er verschillende plannen en visies voor het gebied. De vier gemeenten op Goeree-Overflakkee hebben gezamenlijk een ontwerp regionale structuurvisie Goeree-Overflakkee opgesteld, waarin wordt ingezet op Goeree-Overflakkee als vitaal belevingseiland in de Delta. Voor Schouwen-Duiveland zijn er een aantal plannen en visies, waaronder een raamplan voor gebiedsontwikkeling Brouwersdam-zuid, gericht op het versterken van het toeristisch-recreatieve aanbod en de herkenbaarheid en ruimtelijke kwaliteit in het gebied. Tot slot hebben de gemeente Goedereede en Schouwen-Duiveland gezamenlijk een economische visie voor de Brouwersdam ontwikkeld waarin de economische potentie van de dam worden uitgewerkt. Tot slot zijn de gemeente Schouwen-Duiveland en Goedereede bezig met een Gebiedsvisie Brouwersdam en is de gemeente Schouwen-Duiveland zelf bezig met een landschapsvisie voor de Brouwersdam Zuid.

Regionaal

In 2006 is de ontwikkelingsvisie 'Zicht op de Grevelingen' opgesteld en onderschreven door 17 maatschappelijke organisaties. Hierin wordt geschetst langs welke lijnen de toekomst van de Grevelingen vorm kan krijgen. Centraal staat een goede balans tussen economie en ecologie (Eco2-benadering) en een integrale aanpak met kansen voor ontwikkeling van water en getij, duurzame energie, toerisme en recreatie, wonen, werken en verblijven. Resultaten worden nagestreefd via gebiedsontwikkeling waarin publiek-private samenwerking cruciaal is.

In het Uitvoeringsprogramma Zuidwestelijke Delta presenteert de stuurgroep Zuidwestelijk Delta de acties voor 2010-2015+ om de balans tussen veilig, veerkrachtig en vitaal in het gebied te herstellen. Het programma combineert daarvoor regionale plannen voor versterking van de leefomgeving en economie met nationale opgaven voor een beter watermilieu en het waarborgen van de veiligheid, waarbij specifiek wordt gezocht naar combinaties met meerwaarde. Voor de Grevelingen zet het Uitvoeringsprogramma Zuidwestelijke Delta in op een estuarien watersysteem met beperkt getij dat overtollig rivierwater kan bergen en spuien, ook op langere termijn. Het ideaalbeeld in het programma schetst een situatie met getijdencentrale, recreatievaartverbinding en jachthaven waarbij het gebied fungeert als 'metropolaan park': uitloopgebied voor Rotterdam met een woon- en recreatiefunctie. In het programma wordt de koppeling met besluiten over het Volkerak-Zoommeer nadrukkelijk gelegd.

2.2. Beoordelingskader

Op basis van de analyse van de doelstellingen die in de diverse beleidsstukken geformuleerd zijn, is voor dit planMER een concreet beoordelingskader opgesteld waaraan de alternatieven getoetst worden. Het beoordelingskader bestaat uit twee delen. Het eerste deel bevat de criteria die afgeleid zijn uit de projectdoelen van de MIRT Verkenning Grevelingen, zoals die in paragraaf 1.3 zijn geformuleerd. In de tabel 2.1 zijn voor ieder van de vijf pijlers de subdoelen en de bijbehorende criteria voor de effectbepaling gespecificeerd. In tabel 2.2 staan de andere effecten die van belang zijn bij de beoordeling van de alternatieven. Er wordt daarbij ook gekeken naar tijdelijke effecten van maatregelen. Dit gaat zowel over tijdelijke effecten tijdens de uitvoeringsfase van maatregelen als tijdens de overgangsfase van het systeem in reactie op een maatregel.

Tabel 2.1. Criteria vanuit de vijf projectdoelen

doelen	subdoelen	beoordelingsaspecten/ criteria
bijdrage aan hoogwateropgave rivierengebied	Grevelingen geschikt maken voor berging rivierwater	- bergingscapaciteit Grevelingen
verbeteren waterkwaliteit en ecologie	waterkwaliteit	- zuurstof - nutriënten - zoutgehalte - zoutgradiënt - doorzicht - temperatuur en pH - algenbloei - zeesla - zeegras
	ecologie	- bodemdieren - vissen - vegetatie - kustbroedvogels - visetende vogels - bodemdieretende vogels - plantenetende vogels - zeezoogdieren - noordse woelmuis
	areaal intergetijdengebied	- ha
opwekken duurzame energie	opwekken getijdenenergie	- energieopbrengst
	reduceren CO ₂ -emissie	- CO ₂ -emissie
	realiseren van spin-off van innovatie	- aantal beroepsmatige bezoekers, - opbrengst van kennisontwikkeling
verbeteren van de regionaal-economische toeristische structuur	verbeteren van de mogelijkheden voor verschillende vormen van recreatie: <ul style="list-style-type: none"> - duikers; - oeverrecreatie (wandelen, fietsen, paardrijden, bezoekers attracties en evenementen); - verblijfsrecreatie; - recreatievaart; - sportvisserij; - strandrecreatie (effecten van: beleving waterkwaliteit/ natuurwaarden, aanspoelen slib en zeesla, stranderosie). 	- aantallen, lengten en/of arealen

Wijze van beoordelen

In hoofdstuk 5 worden de effecten van de alternatieven op de hoofddoelen en de neveneffecten beschreven. De beschrijving is themagewijs op basis van het beoordelingskader volgens tabel 2.1 en tabel 2.2. De opbouw van de paragrafen is voor ieder subdoel gelijk en bevat de volgende onderdelen:

- motivering van de gebruikte criteria;
- referentie: de referentie bestaat uit de huidige situatie plus de autonome ontwikkeling;
- de effecten van de alternatieven;
- een beschouwing over het effect van zeespiegelstijging op de beschreven criteria;
- mitigerende maatregelen.

De beoordeling van de effecten gebeurt ten opzichte van de referentie. De referentie scoort daarom per definitie neutraal. Er wordt de volgende codering toegepast:

- ++ : zeer goed, c.q. grote verbetering ten opzichte van de referentie;
- + : goed, c.q. verbetering ten opzichte van de referentie;
- 0 : neutraal, c.q. gelijk aan de referentie;
- - : negatief, c.q. verslechtering ten opzichte van de referentie;
- -- : zeer negatief, c.q. sterke verslechtering ten opzichte van de referentie.

Tabel 2.2. Overige effecten

thema	effect	Beoordelingsaspecten/ criteria
morfodynamiek	erosie van oevers en platen	verandering van areaal oevers en platen Grevelingen
	effecten op Bollen van de Ooster	verandering van areaal Bollen van de Ooster
	effecten op het strand van de Brouwersdam	verandering van de breedte van de stranden
	effecten op bodemligging Grevelingen	verandering bodemligging rondom doorlaten Brouwersdam en Grevelingendam
mogelijkheden beroepsvisserij	effecten op de vangsten van aal, kreeft en commerciële oesters	vangsthoeveelheden en voorkomen sterfte
	mogelijkheden voor mosselteelt	areaal en/of hoeveelheid
landbouw en omwonenden	schade	droogteschade
		natschade
		zoutschade
landschap en cultuurhistorie	effect op landschap	verandering van fysisch-geografisch landschapstype
		verandering van ruimtelijk-visuele kenmerken
	effect op cultuurhistorie	verandering van historisch-geografische patronen, elementen en ensembles
		verandering van archeologische elementen
verkeer	verkeersafwikkeling	nieuwe/verergering van bestaande knelpunten voor een gemiddelde werkdag en voor een piekdag
	verkeersveiligheid	nieuwe/verergering van bestaande verkeersveiligheidsknelpunten voor gemotoriseerd verkeer en langzaam verkeer
geluid, lucht en lichthinder	geluidshinder wegverkeer	geluidstoename voor bebouwingsconcentraties binnen de invloedssfeer van wegen met significante verkeerstoename
veiligheid	externe veiligheid	effect op externe veiligheid

2.3. Randvoorwaarden

Voor de MIRT Verkenning Grevelingen geldt kaderstellende wetgeving en beleid vanuit veiligheid en natuur. In de wet op de waterkering staan normen voor de veiligheid van het binnendijkse gebied rondom de Grevelingen. De waterkeringen moeten maatgevende hoogwaterstanden kunnen weerstaan met een kans van voorkomen van 1/4.000 per jaar. Verder geeft de natuurwetgeving (natuurbeschermingswet, flora en fauna wet en Natura 2000) instandhoudingsdoelen en beschermde soorten die moeten worden gerespecteerd. Voor de voordelta (Bollen van de Ooster) zijn aparte instandhoudingsdoelen geformuleerd die van belang zijn voor de MIRT Verkenning Grevelingen. De voordelta omvat een rustgebied voor vogels en zeehonden en een bodembeschermingsgebied. In het rustgebied gelden beperkingen voor vormen van visserij, recreatie en toerisme die zeehonden en vogels verstoren. In het bodembeschermingsgebied gelden beperkingen voor activiteiten die de zeebodem verstoren. Het kan zijn dat de maatregelen enerzijds positief of neutraal scoren op bepaalde Natura 2000 doelstellingen en anderzijds negatief scoren op andere Natura 2000 doelstellingen. De negatieve effecten kunnen mogelijk met mitigerende maatregelen worden gecompenseerd. Hier zal dan nog expliciet naar moeten worden gekeken. Ook als er andere significante effecten optreden moeten deze opgenomen worden in de passende beoordeling.

3. GEBIEDSBESCHRIJVING EN AFBAKENING

3.1. Gebiedsbeschrijving

De Grevelingen ligt op de grens van Zeeland en Zuid-Holland, Afbeelding 3.1 toont een overzicht van het gebied en tabel 3.1 geeft enkele karakteristieken. Aan de noordzijde wordt de Grevelingen begrensd door het eiland Goeree-Overflakkee, aan de zuidzijde door Schouwen-Duiveland. Tot 1964 was de Grevelingen een estuarien getijdengebied met uitgestrekte platen, slikken en schorren. Het estuarium stond in verbinding met zout Noordzeewater via de monding en de oostelijke verbinding met de Oosterschelde; zoetwater vanuit de Rijn en Maas werd aangevoerd via de verbinding met het Volkerak. Met de aanleg van de Deltawerken werd de Grevelingen afgesloten van de Noordzee, Oosterschelde en het Volkerak waardoor het in potentie een zoetwatermeer werd. In 1964 werd als eerste de Grevelingendam aangelegd om de Grevelingen aan de oostzijde af te sluiten, in 1971 volgde de afsluiting van de monding naar de Noordzee met de aanleg van de Brouwersdam. Door de aanleg van de Brouwerssluis in 1978 staat het Grevelingenmeer weer beperkt in verbinding met de Noordzee. In de huidige situatie is het Grevelingenmeer het grootste zoutwatermeer van West-Europa (en is vooral van belang voor de watersport, recreatie, natuur en visserij). Het zoutgehalte van het Grevelingenmeer wordt op peil gehouden door de Brouwerssluis. Langs het Grevelingenmeer liggen zogenaamde slikken: de Slikken van Flakkee en de Slikken van Bommenede. In het Grevelingenmeer ligt een aantal eilanden (voormalige zandplaten): Hompelvoet, Veermansplaat, Kabbelaarsbank (dit is een schiereiland), Dwars in de weg en de Veermansplaat.

Afbeelding 3.1. Overzicht van de Grevelingen



Tabel 3.1. Karakteristieken van het Grevelingenmeer

totale oppervlakte van het bekken	14.000 ha
oppervlakte water in het bekken	10.800 ha
oppervlakte drooggevallen gebieden	3.120 ha
oppervlakte natuurgebieden	2.700 ha
gemiddelde diepte	5,4 m

maximale diepte	48 m
inhoud watergebied	circa 575 m ³
afwaterende oppervlakte Goeree-Overflakkee	2.467 ha (16 %)
Schouwen-Duiveland	12.875 ha (84 %)
gebiedsbeschrijving	zoutwatermeer (enig in Nederland)
beschermd Natura 2000-gebied.	13.872 ha
zoutgehalte	streven is minimaal 16 g Cl/l
gewenste veranderingen die zijn opgetreden	<ul style="list-style-type: none"> - als gevolg van de ontziltling en het stagnante peil kon zich op voormalige schorren (De Punt en Slikken van Flakkee Noord) snel vegetatie ontwikkelen van gras via struweel naar gevarieerde bossen, die nu 10 m hoog zijn; - het aantal broedvogelsoorten is toegenomen van 15 tot 100 soorten, dankzij de vegetatie.
ongewenste veranderingen die zijn opgetreden	<ul style="list-style-type: none"> - ecologisch instabiliteit; - verzoeting (pas in later stadium als ongewild ervaren), aanleg Brouwerssluis stopt dit proces in 1978; - diepe geulen onder water worden opgevuld met materiaal van de oevers en sediment van ondiepe gedeelten; - golfslag leidt tot erosie van de oevers; - geen vermenging meer door getijstromen waardoor 's zomers in de diepe voormalige geulen, in putten en op de bodem zuurstofloosheid kan optreden.
landschap	Het Grevelingenmeer is een gevarieerd natuurgebied, waarvoor rust en ruimte kenmerkend zijn. Het beeld tekent dorpen en vakantiedorpen en uitgestrekte droge gronden langs deltadammen en voormalige zeedijken. In het meer zelf zijn drie grote platen met daarnaast een tiental kleinere eilandjes.
beheerder	<ul style="list-style-type: none"> - Rijkswaterstaat Zeeland, Waterdistrict Zeeuwse Delta voert het beheer over havens, vaargeulen, waterkeringen/kunstwerken en dergelijke; - de waterschappen Scheldestromen en de Hollandse Delta beheren de dijken en kunstwerken in de dijken; - Natuur- en Recreatieschap de Grevelingen doet het natuurbeheer en recreatiebeheer; - Staatsbosbeheer.
natuurbeheer	<ul style="list-style-type: none"> - begrazing (op alle platen en div. slikken); - maaien (Hompelvoet en incidenteel op andere platen); - niets doen; - beperkt openstellen.
sluizen/waterbeheer	<ul style="list-style-type: none"> - er wordt gestuurd op een vast waterpeil van NAP - 0,2 m; - de Brouwerssluis in de Brouwersdam staat in principe open voor doorspoeling met Noordzeewater uit de Voordelta; - om een vast waterpeil van NAP - 0,2 m te behouden zal de sluis ongeveer 8 % van de tijd gesloten moeten zijn; - in de Grevelingendam kan de hevel de Flakkeese Spuisluis voor doorspoeling in west-oostrichting zorgen, maar in de huidige situatie wordt de hevel niet gebruikt; - de Grevelingensluis heeft geen functie voor waterbeheer.

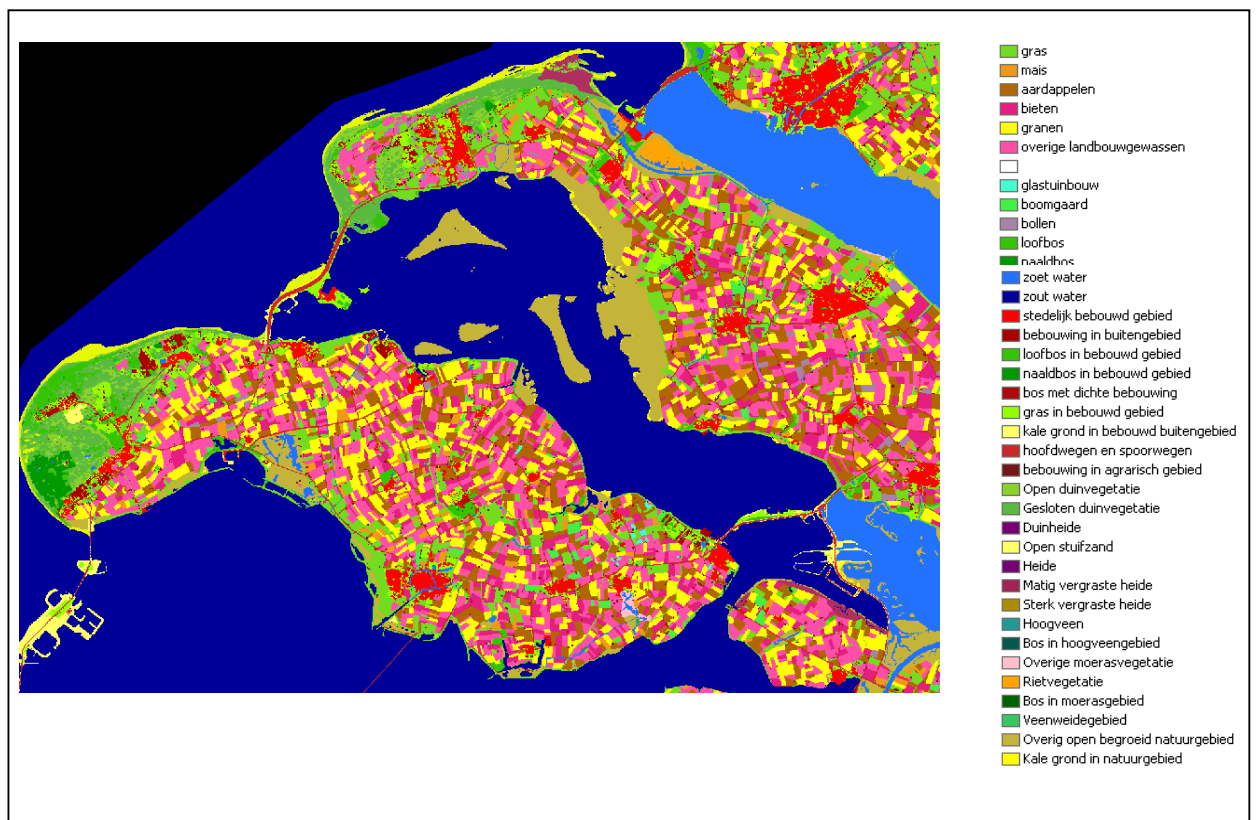
* Bron: Deltares Bekkeninformatie Grevelingen.

Bevolking

De gemeenten die grenzen aan de Grevelingen zijn Goedereede, Dirksland, Middelharnis, Oostflakkee en Schouwen-Duiveland. In 2010 telden deze gemeenten gezamenlijk 82.000 inwoners. Het gebied aan de landzijde van de Grevelingen wordt economisch (en daarmee ook sociaal) voornamelijk bepaald door activiteiten in het midden- en kleinbedrijf binnen de sectoren toerisme en recreatie (incl. watersport), landbouw en visserij. Afbeelding 3.2 toont een kaart van het huidige landgebruik in de Grevelingen.

Op Schouwen-Duiveland is sprake van een licht krimpende bevolking, maar vooral van een wijziging in bevolkingssamenstelling door vergrijzing. Ook op Goeree-Overflakkee is sprake van wegtrekkende jongeren (Zicht op de Grevelingen 2006). Voor heel Zeeland wordt een daling van het aantal jongeren van 15 % verwacht in de periode 2008-2023 (provincie Zeeland 2008) en een krimp voor de groep 30-60 jaar van ongeveer 20 %. Indien de huidige tendens van afnemend animo voor het recreatieve aanbod in de Grevelingen zich doorzet en ook de werkgelegenheid in agrarische sector en in de visserij blijft krimpen is het economisch perspectief voor de regio somber.

Afbeelding 3.2. Het huidige gebruik in de Grevelingen (landgebruikkaart, 2010)



3.2. Afbakening

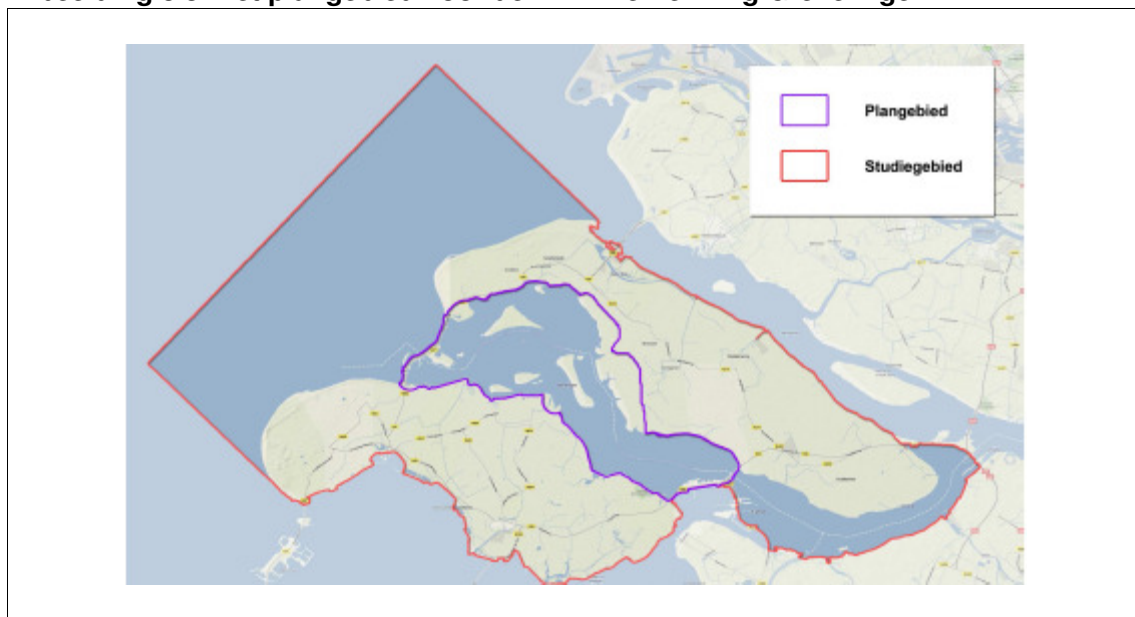
Geografisch afbakening

Het plangebied (zie afbeelding 3.3) voor de MIRT Verkenning Grevelingen bestaat uit het gebied waarbinnen directe ingrepen aan de orde zijn. Dit gebied beslaat de Brouwersdam, het Grevelingenmeer met oevers en de Grevelingendam. Het studiegebied beslaat het gebied dat door de ingrepen zou kunnen worden beïnvloed. Dit gebied bestaat uit het plangebied, aangevuld met de twee aanliggende eilanden (Schouwen-Duiveland en Goeree-Overflakkee), de Voordelta en het Volkerak-Zoommeer.

Tijdsafbakening

In de planMER worden maatregelen tot 2020 beschouwd. Effecten van deze maatregelen worden binnen de effectbeoordeling op hun eigen relevante tijdschaal beschreven. Ook tijdelijke effecten van ingrepen worden hierbij meegenomen.

Afbeelding 3.3. Het plangebied voor de MIRT verkenning Grevelingen



4. BOUWSTENEN EN ALTERNATIEVEN

4.1. Bouwstenen voor de ontwikkeling van integrale alternatieven voor de Grevelingen

Binnen de MIRT Verkenning Grevelingen zijn integrale alternatieven ontwikkeld voor een duurzame toekomst van de Grevelingen. Met elk van deze alternatieven wordt een antwoord gegeven op de opgaven die in paragraaf 1.3 zijn beschreven. Naast deze alternatieven wordt ook een referentiealternatief ontwikkeld. Dit referentiealternatief beschrijft de situatie waarin er geen extra investeringen in de Grevelingen zouden worden uitgevoerd. In elk van de alternatieven wordt een aantal bouwstenen met betrekking tot waterkwaliteit, waterkwantiteit, getijdenenergie, recreatievaartverbinding en ontwikkelingsruimte voor natuur, recreatie en visserij gecombineerd. Hoe tot deze bouwstenen is gekomen, de zogenaamde eerste zeef van de MIRT verkenning, staat beschreven in deel B, hoofdstuk 2.

De volgende bouwstenen zijn onderscheiden voor deze MIRT verkenning:

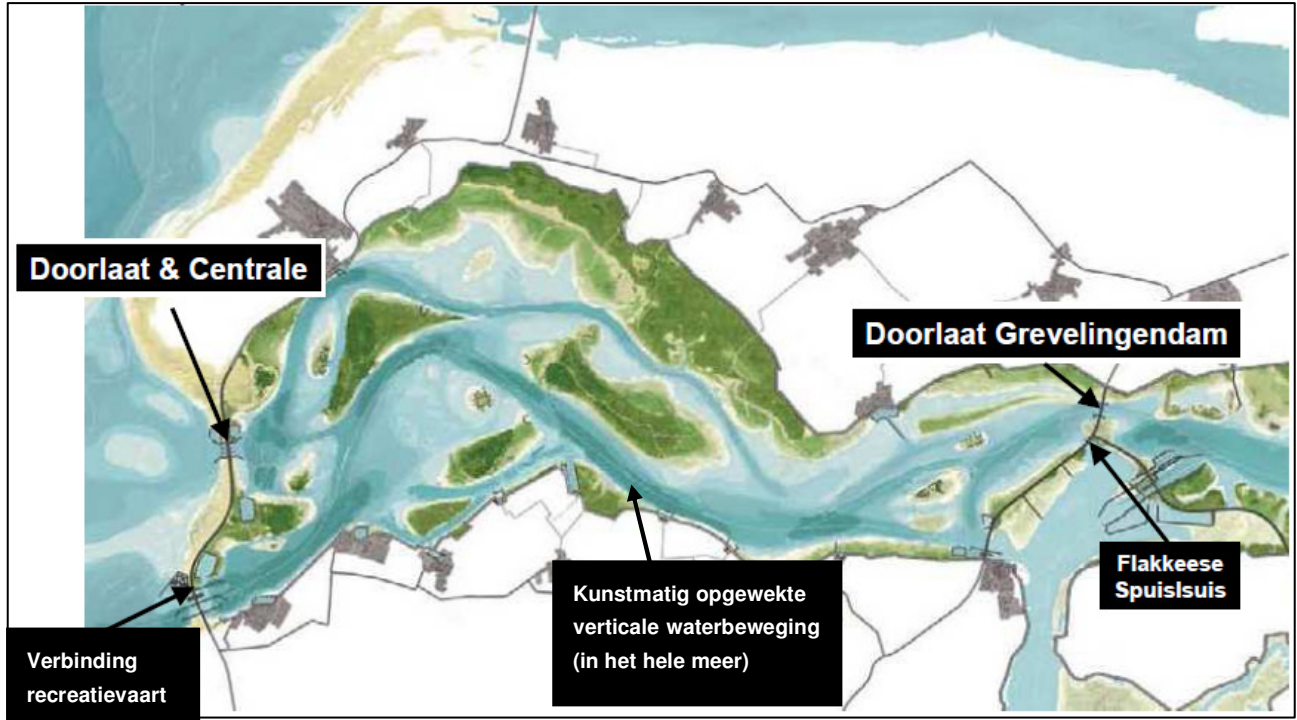
1. bouwsteen Waterkwaliteit en Energie: doorlaatmiddel Brouwersdam met getijdencentrale. De bouwsteen 'waterkwaliteit en ecologie' bestaat uit ingrepen die primair gericht zijn op het duurzaam verbeteren van de waterkwaliteit en daarmee samenhangend de ecologische kwaliteit in de Grevelingen. In de preverkenning zijn meerdere varianten van een doorlaatmiddel onderzocht, waarbij de omvang en locatie varieerde. Daarnaast heeft de Bestuurscommissie MIRT Grevelingen besloten tot een nadere uitwerking van 50 cm getij in het noordelijk deel van de Brouwersdam op basis van onderzoek in 2010 en de preverkenning. Op basis van de resultaten uit deze studie, overleg van de werkgroep water&natuur en afstemming met de bouwsteen getijdencentrale is gekozen voor een doorlaat in het noordelijke sluitgat met een capaciteit van 2.500 m³/s gemiddeld over het getij. De overwegingen voor de noordlocatie staan in paragraaf 2.2 van deel B toegelicht. Met een opening van 550 meter wordt een gemiddeld getij van 50 cm gerealiseerd met uitschieters naar maximaal 70 cm getij (zie deel B, hoofdstuk 2). Bij een open verbinding met het Volkerak-Zoommeer is de middenstand NAP -0,10m (met een maximaal peil van +0 cm NAP +/- 5 cm). Het gemiddelde getij is dan 0,50m op de Grevelingen en 0,30m op het Volkerak-Zoommeer. Als er onder dagelijkse omstandigheden geen verbinding is met het Volkerak-Zoommeer is dan is het middenpeil op de Grevelingen NAP -0,20m (met een maximaal peil van -1 cm NAP +/- 6 cm). Het gemiddelde getij is dan 0,60m op de Grevelingen (Van Berkel, 2011). Het doorlaatmiddel wordt gecombineerd met een getijdencentrale die 'tweezijdig' kan turbineren. Dat wil zeggen dat zowel bij de vloedstroming (van de Noordzee naar de Grevelingen) als bij de ebstroming (van de Grevelingen naar de Noordzee) getijdenenergie kan worden gegenereerd. Bovendien kan door de tweezijdigheid, de centrale ook worden benut als pomp voor het afvoeren van (eventueel) overtollig rivierwater dat in tijden van nood kan worden geborgen op de Grevelingen. De pompfunctie brengt wel meerkosten met zich mee en dat is voor de alternatieven, waarin de Grevelingen niet als waterberging wordt ingezet, niet nodig. Aan de turbines worden functionele-, aspect- en interface eisen gesteld. De aspect eisen zijn van belang voor de visveiligheid. Zo moet de vissterfte als gevolg van de getijdencentrale lager zijn dan 0,5 % en de sterfte van zeezoogdieren moet kleiner zijn dan 0,01 % (Van Berkel et al., 2011);
2. bouwsteen Waterkwantiteit: bergingsregime en doorlaat Grevelingendam. Om de Grevelingen als bergingslocatie te kunnen benutten, is een verbinding (doorlaat) door de Grevelingendam noodzakelijk en moet de spuicapaciteit van de Volkeraksluizen worden vergroot. Voor de verbinding tussen Grevelingen en Volkerak-Zoommeer is maar één locatie beschikbaar, de Grevelingendam. De wijze waarop de verbinding vorm krijgt staat nog wel open: een geheel open verbinding of een afsluitbare verbinding, die alleen open gaat voor waterberging in extreme situaties (1 keer per 1.400 jaar anno nu (Slootjes et al., 2010)) kan 224 m³ water worden geborgen (bij een peilopzet tot

NAP +1,5 m). Indien een pomp aanwezig is heeft dit een positieve invloed op de hoogwaterveiligheid. Dan kan namelijk worden voorgemalen en kan het water weg worden gepompt, waardoor de periode van waterberging korter is en het water minder hoog komt te staan;

3. bouwsteen Recreatie en Toerisme: vaarverbinding tussen de Grevelingen en de Noordzee voor de recreatievaart door middel van een overtoom of schutsluis. De overtoom of schutsluis zorgt voor een vaarverbinding van de Grevelingen naar de Noordzee en vergroot daardoor niet alleen de aantrekkelijkheid van de Grevelingen als vaargebied, maar ook die van de zuidwestelijke delta als geheel;
4. bouwsteen Ontwikkelingsruimte: ontwikkelingsperspectief voor (getijden)natuur, recreatie en toerisme, visserij en overige gebruiksfuncties. Het (beperkt) terugbrengen van de getijdendynamiek, het verbeteren van waterkwaliteit, het versterken van duurzaamheid en toegankelijkheid van de Grevelingen bieden mogelijkheden voor ontwikkeling van functies als natuur, recreatie, schelpdiervisserij. De wijze waarop deze ontwikkelingsruimte (actief) wordt benut is een belangrijke bouwsteen voor de ontwikkeling van alternatieven. Het vormgeven aan de ontwikkelingsruimte is daarmee dus een wezenlijk onderdeel van het opstellen van de alternatieven;
5. bouwsteen Flakkeese Spuisluis: het in gebruik nemen van deze sluis betekent dat met een hevel water over de bestaande dam heen wordt gebracht. De preverkenning laat zien dat invoering van de maatregel de zuurstofconcentratie in de waterkolom voor het oosten van de Grevelingen verbetert, maar op de schaal van de gehele Grevelingen leidt de maatregel niet tot een verbetering. Deze maatregel, waarvoor al een principebesluit is genomen (zie pagina paragraaf 4.2), maakt deel uit van de autonome ontwikkeling, maar het ligt niet voor de hand deze maatregel in andere alternatieven op te nemen. Wanneer de Grevelingen wordt ingezet als waterberging wordt de Flakkeese Spuisluis wel weer in bedrijf genomen, vanwege het principebesluit en er geen andere waterkwaliteitsmaatregelen worden getroffen;
6. bouwsteen Kunstmatige Waterbeweging. Doormiddel van bellenschermen worden doormiddel van luchtinjecties vanaf de bodem water vanuit diepere waterlagen naar boven gebracht. Op die manier wordt kunstmatig een verticale waterbeweging op gang gebracht. Dit leidt niet direct tot beluchting van het water, maar wel vindt er menging plaats met zuurstofrijk water. Een verticale waterbeweging kan de stratificatie van de waterkolom verminderen en zo de zuurstofproblematiek verminderen.

De bouwstenen zijn apart beoordeeld in dit planMER. De resultaten van deze beoordeling staan in de factsheets in hoofdstuk 3 van het bijlagenrapport, deel B.

Afbeelding 4.1. Bouwstenen op de kaart



4.2. Alternatieven

De bouwstenen kunnen met elkaar worden gecombineerd om tot een integrale oplossing te komen voor de Grevelingen. Deze integrale oplossing heeft geresulteerd in vijf mogelijke alternatieven, die allemaal een andere samenstelling van de verschillende bouwstenen hebben, zodat de bandbreedte van de beslisinformatie zo breed mogelijk wordt gehouden, zie tabel 4.1.

Tabel 4.1. Overzicht van de alternatieven van de MIRT Verkenning Grevelingen

alternatieven: bouwstenen:	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak-Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak-Zoommeer	3 Grevelingen gebiedsontwikkeling	4 waterberging Grevelingen	5 Grevelingen en effectbestrijding
Flakkeese Spuisluis	ja	nee	nee	nee	ja	ja
doorlaatmiddel Brouwersdam en getijdencentrale	nee	ja	ja	ja	nee	nee
recreatievaartverbinding	nee	ja	ja	ja	nee	nee
doorlaat Grevelingendam	nee	ja, open	ja, afsluitbaar	nee	ja, afsluitbaar	nee
kunstmatische waterbeweging	nee	nee	nee	nee	nee	ja
ontwikkelingsruimte	nee	ja	ja	ja	nee	ja

Referentie

In de referentie (ook vaak het nulalternatief of de huidige situatie met autonome ontwikkeling, HSAO, genoemd) wordt uitgegaan van de autonome ontwikkeling van het gebied indien het project niet door zou gaan. In 2008 heeft de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat toegezegd dat de Flakkeese Spuisluis operationeel zal worden gemaakt ten behoeve van de waterkwaliteit in het oostelijk deel van de Grevelingen. Dit is een maatregel in het kader van de Kaderrichtlijn Water. De bouwsteen Flakkeese Spuisluis maakt deel uit van de referentie, omdat reeds een principebesluit is genomen om hem weer in bedrijf te nemen. Door Deltares is via een aantal scenarioberekeningen de effectiviteit van deze maatregel bekeken. Uit de resultaten komt naar voren dat deze verbinding tussen het Grevelingenmeer en de Noordoostelijke tak van de Oosterschelde (Krammer-Zijpe) niet eenduidig tot een verbetering van de waterkwaliteit leidt. Weliswaar neemt de dynamiek in het zuid-oostelijk deel van de Grevelingen toe en werkt dit gunstig door op de gelaagdheid ter plaatse, maar omdat het Oosterscheldewater op deze locatie veelal een lager zoutgehalte heeft dan het Grevelingenmeer kan dit toch resulteren in een sterkere zoet-zoutgelaagdheid. Zonder extra dynamiek in het Grevelingenmeer als geheel kan dit dus negatief doorwerken.

Via een kwalitatieve beschouwing en de aanvullende modelberekeningen door Deltares kan worden geconcludeerd dat er zonder aanpassing van de huidige infrastructuur geen adequate maatregelen kunnen worden opgenomen die een substantiële bijdrage leveren aan een structurele verbetering van de waterkwaliteit van het Grevelingenmeer (memo RWS-WD van Pagee). Dit wordt veroorzaakt door zowel de omvang van het meer als de vorm van de bodemligging. Deze wordt gekarakteriseerd door grote diepte verschillen in oude (getij)geulen en platen (ondiepten). Door het ontbreken van de oorspronkelijke getijedynamiek wordt het water onvoldoende gemengd en ontstaat een stabiele gelaagdheid, zowel vanwege zoet-zout verschillen als vanwege temperatuursverschillen gedurende het zomerhalfjaar. Deze gelaagdheid is in belangrijke mate bepalend voor het ontstaan van zuurstofarmoede of zelfs zuurstofloosheid in de diepere delen van de Grevelingen.

Binnen de autonome ontwikkeling behoort ook de ontwikkeling van het Krekenplan op Goeree-Overflakkee, waarin er sprake is van extra doorspoeling van het polderwater met water uit het Hollandsch Diep en een mogelijke afwatering naar de Grevelingen. De extra voe-

dingstoffen die deze afwatering naar het meer brengt kunnen positief zijn voor de productiviteit van het meer. De grotere toevoer van zoet water zou kunnen leiden tot een versterking van de zoet-zout gelaagdheid waardoor het zuurstofprobleem wordt vergroot. Zonder extra dynamiek (grotere uitwisseling met de Noordzee) kan dit dus negatieve gevolgen hebben.

Autonome ontwikkeling: zeespiegelstijging

Een belangrijke autonome ontwikkeling waar alle alternatieven mee te maken hebben, is de zeespiegelstijging. Toekomstige zeespiegelstijging beïnvloedt het peilbeheer in de Grevelingen. Er worden besluiten verwacht om het waterpeil (gedeeltelijk) mee te laten stijgen met de zeespiegel. Omdat een dergelijke beslissing niet speelt voor 2020 is peilaanpassing vanwege zeespiegelstijging geen onderdeel van de alternatieven¹. Het peilbeheer is op de lange termijn (tot 2100) wel onderscheidend tussen de alternatieven (zie hieronder). Daarom wordt in het planMER voor ieder beschreven effect een beschouwing opgenomen hoe het effect zich zal ontwikkelen onder invloed van zeespiegelstijging. Voor de alternatieven met getijdencentrale gaan we uit van een stijging van 0,85 m van het middenpeil op de Grevelingen en voor de alternatieven zonder getijdencentrale een stijging van het middenpeil van 0,40 m (zie tekstkader).

Alternatief 1. Duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak-Zoommeer

Dit alternatief staat bekend als het alternatief 'Duurzaam, veilig en vooruit'. Het is een integraal pakket dat zich richt op het verbeteren van waterkwaliteit, natuurwaarden en toeristisch-recreatieve aantrekkelijkheid in de Grevelingen. Daarbij wordt de Grevelingen ingericht als gebied voor berging van rivierwater bij extreme omstandigheden en wordt getijdenergie gewonnen.

De opening in de Grevelingendam wordt uitgevoerd als een brug, waardoor de Grevelingen in open verbinding met het Volkerak-Zoommeer komt te staan. Dit alternatief is daardoor alleen mogelijk indien het Volkerak-Zoommeer zout wordt. De Grevelingen en het Volkerak-Zoommeer krijgen dan een gelijk middenpeil. De getijslag op het Volkerak-Zoommeer is dan gemiddeld 30 cm en op het Grevelingenmeer gemiddeld 50 cm. De open verbinding zorgt ervoor dat er een extra recreatievaartverbinding wordt gerealiseerd. Dit zorgt ervoor dat de Grevelingen aantrekkelijker wordt als vaargebied, maar ook de zuidwestelijke delta als geheel wordt aantrekkelijker voor recreatievaart. Indien de Grevelingen in alternatief 1 wordt ingezet voor waterberging kan de pomp worden ingezet wat een positieve invloed heeft op de hoogwaterveiligheid. Het voormalen en wegpompen van water zorgt er voor dat de periode van waterberging korter is en het water minder hoog komt te staan, dan wanneer er geen pomp aanwezig is.

De bouwstenen Flakkeese Spuisluis en Kunstmatige Waterbeweging maken geen deel uit van dit alternatief, omdat door het terugbrengen van het getij deze twee bouwstenen overbodig zijn.

Noodzaak tot meestijgen met de zeespiegelstijging

Het IPCC (IPCC 2007) voorspelt een zeespiegelstijging in de komende decennia, waarbij het expertpanel verschillende mondiale scenario's schetst. Het KNMI heeft deze scenario's vertaald naar scenario's voor Nederland. We gaan in de beschouwing uit van de KNMI'06 scenario's (KNMI 2006) die de bandbreedte van meest waarschijnlijke uitkomsten weergeven. Daarbij nemen we het meest extreme scenario voor zeespiegelstijging van 0,85 m in het jaar 2100 om zo goed mogelijk de robuustheid (toekomstvastheid) van de alternatieven te kunnen toetsen. Meestijgen van de Grevelin-

¹ In de komende periode (tot 2020) moet de beheerder weliswaar een formeel peilbesluit nemen, maar naar verwachting speelt zeespiegelstijging (nog) geen rol in deze afweging.

gen hoeft niet als besloten zou worden voor een Vloedcentrale (deze werkt alleen bij vloed en lat bij eb water vrij af). Deze variant is in principe mogelijk, maar vanwege verminderde energieopbrengst is deze in de preverkenning ter zijde geschoven.

Zonder aanpassing van het waterpeil op de Grevelingen is uitwisseling van water met de Noordzee onder vrij verval via de Brouwerssluis in de toekomst niet meer mogelijk. Voor uitwisseling onder vrij verval is een waterpeil op de Grevelingen nodig dat regelmatig en over voldoende lange tijd hoger is dan het peil op de Noordzee. Op basis van kentallen van waterstanden op de Noordzee op de locatie Brouwershavensche Gat 08 aan de zeezijde van het zuidelijke deel van de Brouwersdam (Vrijling *et al.* 2008, voor de periode 1981-1990) blijkt dat de gemiddelde laagwaterstand bij springtij NAP - 1,15 m is en bij doortij NAP - 0,92 m. Met 0,85 m zeespiegelstijging wordt dit een gemiddelde laagwaterstand bij springtij van NAP - 0,30 m en bij doortij van NAP - 0,07 m. Het huidige peil op de Grevelingen is NAP - 0,20 m, zodat bij doortij in het geheel niet meer gespuid kan worden vanuit de Grevelingen naar de Noordzee. Dus als de zeespiegelstijging zich daadwerkelijk voltrekt, is op termijn altijd aanpassing van het waterpeil op de Grevelingen (de middenstand) noodzakelijk. Het zelfde geldt voor alle projectalternatieven. In de alternatieven met getijdencentrale is het meestijgen met de zeespiegel extra belangrijk voor de effectiviteit van de centrale. Wanneer niet wordt meegestegen met de zee dan kan minder (of geen) energie worden opgewekt.

Er is wel verschil tussen de alternatieven voor wat de snelheid van peilaanpassing betreft. Voor de getijdencentrale moet de stijging van het waterpeil op de Grevelingen gelijk zijn aan de zeespiegelstijging, circa 85 cm in 2100, vanwege de benodigde overgang tussen het water in de Noordzee en water in het Grevelingenmeer. Voor de alternatieven zonder getijdencentrale kan ervoor gekozen worden om het waterpeil op de Grevelingen vertraagd mee te laten stijgen met de zeespiegelstijging, bijvoorbeeld met 40 cm in 2100 zodat er nog voldoende vrij verval is over de Brouwerssluis. Het is zelfs denkbaar om op termijn een verversingsgemaal op de Brouwersdam te bouwen, zodat niet met de zeespiegel wordt meegestegen, maar dat wordt in dit planMER niet verder uitgewerkt.

Alternatief 2. Duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak-Zoommeer

Dit alternatief lijkt sterk op alternatief 1, met als verschil een afsluitbare verbinding tussen Grevelingen en Volkerak-Zoommeer in plaats van een open verbinding. De verbinding is alleen open in geval van rivierwaterberging. Dit alternatief komt in beeld als het Volkerak-Zoommeer zoet blijft. Incidenteel, bij zeer hoge waterstanden op de rivieren, kan de Grevelingen als waterberging worden ingezet door het doorlaatmiddel en in de Grevelingendam open te zetten. De gemiddelde getijslag bij dit alternatief is 60 cm, omdat dit niet van significante invloed is op de effecten wordt gerekend met een gemiddeld getij van 50 cm. Ook in dit alternatief is een pomp aanwezig, waardoor de periode van waterberging korter is en het water minder hoog komt te staan, dan wanneer er geen pomp aanwezig is

Alternatief 3. Grevelingen gebiedsontwikkeling

In dit alternatief wordt de verbinding tussen Grevelingen en Volkerak-Zoommeer niet gerealiseerd en daarmee wordt de Grevelingen niet geschikt gemaakt voor waterberging. Het besluit over de Grevelingen wordt daarmee geheel losgekoppeld van de beslissing over een zout of zoet Volkerak-Zoommeer. Wel worden het doorlaatmiddel en getijdencentrale in de Brouwersdam gerealiseerd en de recreatieve verbinding met de Noordzee. Hiermee kan ook voldoende ontwikkelingsruimte geboden worden aan functies als natuur, recreatie en schelpdiervisserij.

Evenals in de alternatieven 1 en 2 maken de bouwstenen Flakkeese Spuisluis en Kunstmatige Waterbeweging geen deel uit van dit alternatief, omdat door het terugbrengen van het getij deze twee bouwstenen overbodig zijn.

Alternatief 4. Waterberging Grevelingen

Dit alternatief richt zich puur op de waterbergingsopgave. Er wordt een afsluitbare opening in de Grevelingendam gemaakt, die incidenteel, bij zeer hoge waterstanden op de rivieren, kan worden open gezet. In dit alternatief wordt niet ingezet op het terugbrengen van getij,

niet op het verbeteren van de waterkwaliteit, er wordt geen recreatieve verbinding met de Noordzee gemaakt en ook wordt er geen aandacht besteed aan het creëren van mogelijkheden voor functies als natuur, recreatie of schelpdiervisserij. De bouwsteen Flakkeese Spuisluis maakt wel deel uit van dit alternatief, omdat reeds een principebesluit is genomen om de Flakkeese Spuisluis weer in bedrijf te nemen om de zuurstofproblematiek deels te bestrijden (autonome ontwikkeling) en er kan binnen dit alternatief 4 niet bespaard worden op de Flakkeese Spuisluis. In dit alternatief is er geen pomp aanwezig die ervoor kan zorgen dat de periode van waterberging korter wordt en de hoogwater kan beperken.

Alternatief 5. Grevelingen en effectbestrijding

Dit alternatief zet in op het oplossen van de zuurstofproblematiek zonder dat er een groot doorlaatmiddel in de Brouwersdam wordt gerealiseerd. Er wordt derhalve geen getij teruggebracht in de Grevelingen. Dit alternatief bevat twee bouwstenen, namelijk de Flakkeese Spuisluis en vertikaal opgewekte waterbeweging door middel van bellenschermen. In een eerste verkenning lijkt kunstmatige (verticale) waterbeweging een bijdrage te leveren aan de zuurstofproblematiek en is goedkoper dan de doorlaat in de Brouwersdam. Onderzocht moet worden of dit alternatief zonder getij en energieopwekking voldoende ontwikkelingsruimte biedt aan functies als natuur, recreatie en schelpdiervisserij. De bouwsteen Flakkeese Spuisluis maakt deel uit van dit alternatief, omdat er vooralsnog vanuit wordt gegaan dat de kunstmatig opgewekte waterbeweging niet voldoende is om de zuurstofproblematiek op te lossen.

Mitigerende maatregelen

In deel B, hoofdstuk 2 zijn ook diverse beheermaatregelen genoemd om de waterkwaliteit en ecologie van de Grevelingen te verbeteren. Geconcludeerd is dat deze maatregelen geen structurele oplossing voor de problematiek van de Grevelingen bieden en derhalve geen kansrijke maatregelen zijn en niet in de alternatieven worden opgenomen. Wel is geconcludeerd dat beheermaatregelen eventueel ingezet kunnen worden om negatieve effecten van de maatregelen op te heffen of te verminderen. Bij de effectbeschrijvingen in het volgende hoofdstuk wordt aangegeven welke mitigerende maatregelen noodzakelijk of wenselijk zijn.

5. SAMENVATTING EFFECTEN

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de effecten van de verschillende alternatieven. De effecten worden per thema beschreven aan de hand van het beoordelingskader uit hoofdstuk 2. Waar nodig is een diepere onderbouwing van de effecten beschreven in het bijlagenrapport, deel B.

5.1. Bijdrage aan hoogwateropgave rivierengebied

Motivering gebruikte criteria

Als criterium voor hoogwaterveiligheid wordt de bergingscapaciteit van de Grevelingen gebruikt, omdat de bijdrage van de Grevelingen aan de hoogwateropgave op de rivieren voornamelijk bepaald wordt door de aanwezige bergingscapaciteit op de Grevelingen. De afvoermogelijkheden van water van de Grevelingen via de getijdencentrale met pompfunctie, blijkt de schade op de Grevelingen te verminderen door de maximale peilopzet te verlagen en de duur van de waterberging te verkorten. De afvoermogelijkheden dragen niet bij aan de verlaging van de MHW op de rivieren. Deze eventuele schade wordt bij de effecten op de natuur, landbouw en omwonenden beschreven.

Referentie

De Grevelingen heeft thans geen functie voor berging van rivierwater uit het benedenrivierengebied, omdat er geen opening is in de Grevelingendam, die de Grevelingen met het Volkerak-Zoommeer verbindt. Uit een aantal toetsen blijkt dat de huidige staat van de waterkeringen rond de Grevelingen:

- uit toetsing blijkt dat in totaal is 18km van de dijken rondom Schouwen-Duiveland onvoldoende is bevonden op steenbekleding, voldoende grasbekleding en in mindere mate piping of stabiliteit¹.
- de keringen langs het Volkerak-Zoommeer en de Grevelingen zijn ook getoetst. Het resultaat was dat er op enkele plaatsen diepgaander technisch onderzoek te worden uitgevoerd om tot een oordeel te komen. Het beheerdersoordeel voor deze C-kering resulteert vrijwel overal in 'Voldoet'²;
- de Grevelingendam het gedeelte tussen de Oosterschelde en de Grevelingen heeft een waterkerende functie. Het noordelijke gedeelte van de Grevelingendam (tussen Grevelingen en Volkerak-Zoommeer) heeft ook een waterkerende functie, maar is vooral een waterscheiding. Beide keringen zijn getoetst en het eindoordeel is dat beide keringen voldoen aan de norm. Hierbij wordt opgemerkt dat de Brouwersdam technisch op Geen oordeel uitkomt, met name op basis van asfaltbekleding. Door de beheerder is echter een second opinion uitgevoerd naar de kwaliteit van het asfalt wat tot resultaat heeft gehad dat er een positief beheerdersoordeel gegeven kon worden voor de Brouwersdam.

Hieruit blijkt dat een aantal keringen voldoen, maar dat er ook investeringen nodig zijn om de huidige keringen op orde te brengen. Omdat dit onderdeel is van de referentiesituatie wordt dit niet meegenomen bij het beoordelen van de alternatieven.

Beoordeling alternatieven

In alternatieven 1, 2 en 4 wordt de Grevelingen geschikt gemaakt voor berging van rivierwater. In alternatieven 1 en 2 kan de getijdencentrale als pomp fungeren om tijdens hoog-

¹ Bron: Toetsing op veiligheid van de primaire waterkeringen, Gedeputeerde Staten van Zeeland 2011; De genoemde 18 km kan ook betrekking hebben op de Oosterscheldezijde van het eiland.

² Bron: Waterschap Hollandse Delta, Veiligheidstoetsing 3^e ronde samenvattend eindrapport, 24 augustus 2010.

water op de Grevelingen water naar de Noordzee te pompen. Dit vergroot de afvoercapaciteit van deze twee alternatieven en daarmee worden de maximale waterstanden tijdens hoogwater op de Grevelingen zelf minder hoog en dat is gunstig voor de effecten op de omgeving (natuur, landbouw, omwonenden). Verschil tussen de alternatieven is dat alternatief 1 een permanent open verbinding met het Volkerak-Zoommeer heeft en alternatief 2 en 4 een afsluitbare verbinding, die het grootste deel van de tijd gesloten is. Het type doorlaat heeft geen invloed op de bergingscapaciteit op de Grevelingen is voor alle drie de alternatieven circa 224 miljoen m³. Wat wel uitmaakt is getijdencentrale met pomp in de alternatieven 1,2 en 3. De doorlaatcapaciteit van de Brouwersdam wordt in alternatieven 1, 2 en 3 fors vergroot door het doorlaatmiddel met getijdencentrale. De pomp in de Brouwersdam maakt het in alternatief 1 en 2 het mogelijk het beginpeil te verlagen en tussentijds water weg te pompen is de werkelijke bergingscapaciteit op de Grevelingen in dit alternatief groter dan de bovengenoemde 224 m³. In alternatief 3 heeft de pompfunctie van de getijdencentrale geen zin, omdat het gebied niet geschikt wordt gemaakt voor waterberging. Wanneer ook het Volkerak-Zoommeer voor waterberging wordt ingezet kan de capaciteit worden vergroot door voorafgaand aan het inlaten van water uit de rivieren het peil in het Volkerak-Zoommeer te verlagen ('voorspuien'). Dit kan door het spuiten van water uit het Volkerak-Zoommeer naar de Oosterschelde en Westerschelde via de bestaande Krammersluizen (Rijkswaterstaat, 2009). Op die manier kan ook de bergingscapaciteit worden vergroot.

In de huidige situatie leidt het vergroten van de bergingscapaciteit door het wegpompen van het water niet tot extra besparingen bij dijkversterking in de regio Rijnmond (de regio die baat heeft bij de waterberging). Dit komt doordat de faalkans van de Europoortkering als zwakke schakel beperkend is voor mogelijke besparingen op dijkversterking. Wel leidt de gecombineerde bijdrage van waterberging op het Volkerak-Zoommeer en de Grevelingen tot een verlaging van de MHW met circa 0,4 m op het Haringvliet en het Hollands Diep (zie hoofdstuk 4 in deel B). Dit betekent een extra MHW-daling van 0,3 m ten opzicht van de maatregel waterberging Volkerak-Zoommeer zoals die nu wordt voorbereid in het kader van Ruimte voor de Rivier. Extra waterberging op de Grevelingen is daarom zeker nuttig en dit wordt als zeer goed beoordeeld (++) voor de alternatieven 1, 2 en 4. In alternatieven 3 en 5 verandert er niets aan de huidige situatie ten aanzien van hoogwaterveiligheid, dus die twee alternatieven scoren neutraal ten opzichte van de referentie.

Tabel 5.1. Overzicht effectbeschrijving hoogwateropgave

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Vol- kerak- Zoommeer	3 Grevelingen als losstaan- de gebieds- ontwikkeling	4 water- berging Greve- lingen	5 Grevelin- gen zon- der zuur- stofpro- bleem
bergingscapaciteit Grevelingen	0	++	++	0	++	0

Zeespiegelstijging

De vraag is hoe deze zeespiegelstijging het functioneren van de Grevelingen als hoogwaterberging zal kunnen beïnvloeden. Voor de alternatieven met getijdencentrale gaan we uit van een stijging van 0,85 m van het middenpeil op de Grevelingen en voor de alternatieven zonder getijdencentrale van een stijging van het middenpeil van 0,40 m in het jaar 2100.

Indien wij aannemen dat het maximum waterpeil voor waterberging (NAP + 1,5 m) in de toekomst gelijk zal blijven, dan zal de waterberging op de Grevelingen door de zeespiegelstijging afnemen. De maximum waterberging in de huidige situatie is een waterschijf van

1,6 m. In de toekomst neemt door het verhogen van het middenpeil deze waterschijf af tot 0,75 m voor de alternatieven met getijdencentrale en tot 1,20 m voor de alternatieven zonder getijdencentrale. Dat betekent dat door de zeespiegelstijging van de oorspronkelijke waterbergingscapaciteit op de Grevelingen in 2100 nog maar 47 % over is voor de alternatieven met getijdencentrale en nog 75 % voor de alternatieven zonder getijdencentrale. Een pomp kan ook hier een gunstige invloed uitoefenen op de waterberging. Alternatieven 1 en 2 krijgen daarom in tabel 5.2 een zeer positieve score (++) en alternatief 4 krijgt een negatieve score (-). Voor de referentie en de alternatieven 3 en 5 is er geen effect, omdat deze alternatieven geen functie als waterberging hebben. Deze hoge percentages geven aan dat zeespiegelstijging grote invloed heeft op de effectiviteit van de bouwsteen waterberging.

Tabel 5.2. Overzicht effectbeschrijving hoogwateropgave

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak- Zoommeer	3 Grevelingen als losstaan- de gebieds- ontwikkeling	4 waterber- ging Gre- velingen	5 Grevelin- gen zon- der zuur- stofpro- bleem
gevoeligheid voor zeespiegelstijging	0	++	++	0	-	0

Mitigerende maatregelen

Het negatieve effect van de zeespiegelstijging op de waterberging op de Grevelingen kan worden verminderd door de waterkeringen rond de Grevelingen geschikt te maken voor hogere waterstanden dan NAP + 1,5 m. Hierdoor kan de waterbergingscapaciteit in de toekomst behouden blijven.

5.2. Verbeteren waterkwaliteit en ecologie

Een uitgebreide beschrijving van de referentiesituatie en de (onderbouwing van de) beoordeling van de alternatieven op de doelen waterkwaliteit en ecologie is opgenomen in hoofdstuk 5 van het bijlagenrapport, deel B.

Motivering gebruikte criteria

Het zuurstofgehalte van het water in het Grevelingenmeer is één van de belangrijkste zorgpunten van de huidige situatie. Dit komt door een combinatie van stratificatie en zuurstof consumerende (afbraak)processen in en nabij de bodem. Dit is van invloed op de ecologie in de Grevelingen.

Het doel 'verbeteren waterkwaliteit en ecologie' is onderverdeeld in de 4 subdoelen waterkwaliteit, ecologie, internationale bijdrage natuur en areaal intergetijdengebied. Uiteindelijk is in dit PlanMER ervoor gekozen de internationale bijdrage van de natuur in de Grevelingen niet apart te beoordelen. Het feit dat de Grevelingen is aangewezen als Natura 2000 gebied geeft aan dat de Grevelingen al van internationale betekenis is (zie tekstkader). De alternatieven veranderen de status van het Natura 2000 gebied niet. Wel worden de effecten van de alternatieven op de doelsoorten en habitats van Natura 2000 beschreven. Hiermee wordt in dit PlanMER inzichtelijk gemaakt welke invloed de alternatieven hebben op de internationaal belangrijke natuurwaarden van de Grevelingen.

uit de toelichting bij het aanwijzingsbesluit

De Grevelingen is aangewezen als Vogelrichtlijngebied vanwege de aanwezigheid van een uitgestrekt zoutwatermeer, zandplaten en schrale graslanden die als geheel het leefgebied vormen van een aantal in artikel 4 van de Richtlijn bedoelde vogelsoorten. Het is een watergebied dat het leefgebied vormt van soorten van Bijlage I van de Vogelrichtlijn (art. 4.1) en tevens fungeert als broedgebied, ruigebied, overwinteringsgebied en/of rustplaats in de trekzone van andere trekvogelsoorten (art. 4.2). De begrenzing van het Vogelrichtlijngebied is zo gekozen dat een in landschappelijk en vogelkundig opzicht samenhangend geheel is ontstaan dat in samenhang met onder andere het Vogelrichtlijngebied Voordelta en het Vogelrichtlijngebied Haringvliet voorziet in de beschermingsbehoefte met betrekking tot het voortbestaan en of voortplanten van bedoelde vogelsoorten.

Het onderhavige gebied is tevens aangewezen als watergebied van internationale betekenis onder de Wetlands-Conventionie vanwege het voorkomen van belangrijke aantallen watervogels (criterium 5, 6).

Waterkwaliteit

Voor het beoordelen van de effecten op waterkwaliteit zijn fysisch/chemische criteria uit de Kaderrichtlijn Water (KRW) gehanteerd: zuurstof, nutriënten, zoutgehalte, doorzicht, temperatuur en pH. Ook algenbloei, de overlast door zeesla en de kansen voor zeegras worden bij het subdoel waterkwaliteit behandeld.

Ecologie

De criteria bij het subdoel ecologie bestaan uit criteria die zijn afgeleid van de instandhoudingsdoelen voor Natura 2000 (vegetatie (waaronder habitattypen Natura 2000 en habitaatsoort groenknolorchis), kustbroedvogels, visetende vogels, bodemdieretende vogels, plantenetende vogels en de noordse woelmuis), criteria die zijn afgeleid uit de biologische maatlatten van de Kaderrichtlijn Water (vissen) en overige relevante criteria (bodemdieren en zeezoogdieren).

Referentie

Waterkwaliteit

De zuurstofloosheid in en nabij de bodem is in de huidige situatie het grootste ecologische knelpunt. Verwacht wordt dat de zuurstofproblematiek zich in de referentiesituatie in de toekomst verder uit zal breiden, omdat dit een trend is die zich de afgelopen jaren voordoet en verwacht wordt dat deze in de toekomst zich voortzet. De nutriëntenconcentraties in het Grevelingenmeer zijn laag en het systeem is stikstof-gelimiteerd. Hierdoor komen problemen met grootschalige algenbloeien in het Grevelingenmeer vrijwel niet voor. Dit komt ook tot uitdrukking in de lage chlorofyl-a gehalten. Deze situatie verandert in de toekomst naar verwachting niet. De bloei en ophoping van zeesla heeft af en toe wel voor problemen gezorgd. Of deze problemen met zeesla zich in de toekomst ook voor gaan doen is onduidelijk. In de toekomst worden geen significante wijzigingen verwacht ten aanzien van het doorzicht, de temperatuur en de pH. In 2008 heeft de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat toegezegd dat de Flakkeese Spuisluis operationeel zal worden gemaakt ten behoeve van de waterkwaliteit in het oostelijk deel van de Grevelingen. Dit is een maatregel in het kader van de Kaderrichtlijn Water. Doordat er een principebesluit is genomen om de Flakkeese spuisluis weer in gebruik te nemen maakt deze deel uit van de referentie. De zuurstofhuishouding zal slechts zeer lokaal door deze maatregel verbeteren.

Ecologie

Biomassa's van bodemdieren vertonen sinds 1993 een dalende trend in zowel het westelijke als oostelijke deel van het meer en zijn in de periode van 1996 t/m 2008 meer dan gehalveerd, vanwege de zuurstofloosheid. Ook dichtheden van bodemdieren vertonen sinds 2003 een licht dalende trend in deze gebieden. Verwacht wordt dat in de referentie de situ-

atie voor bodemdieren in de toekomst verslechtert, als gevolg van de verslechtering van de zuurstofcondities.

Een afname van bodemdieren heeft op zijn beurt weer gevolgen voor met name bodemgebonden vissen die voor hun voedsel afhankelijk zijn van deze soortgroep. De soortenrijkdom van vissen blijft bij de referentie waarschijnlijk gelijk, maar de reeds waargenomen achteruitgang in biomassa's zal doorgaan.

Zeegras is sinds het jaar 2000 volledig uit het Grevelingenmeer, waarschijnlijk door het constant hoge zoutgehalte.

Kustbroedvogels als kluut, strandplevier en bontbekplevier zijn in de huidige situatie in aantallen stabiel of gaan vooruit, met name als gevolg van aanpassingen in het peilbeheer, vegetatiebeheer en genomen inrichtingsmaatregelen. Bij gelijkblijvend beheer kunnen de huidige aantallen zich handhaven. *Visetters van open water* laten sterk verschillende patronen in ontwikkeling zien. Met name de soorten die foerageren op kleinere prooien (bijvoorbeeld fuut, middelste zaagbek en geoorde fuut) namen eind jaren negentig sterk in aantal toe, waarna de aantallen stabiliseerden. Soorten die gebruik maken van grotere prooien (bijvoorbeeld aalscholver) laten een afname of wisselend beeld zien. Een afname van het aantal visetende vogels kan door de negatieve trend in visbiomassa niet uitgesloten worden. Veel soorten *plantenetters* zijn stabiel sinds de afsluiting, maar bij enkele soorten is de laatste jaren een verandering opgetreden. Vooral soorten uit de oeverzone en die op de schorvegetaties foerageren zijn afgenomen, terwijl soorten die voor een belangrijk deel overdag op grasland foerageren zijn toegenomen. Ganzen en zwanen zullen naar verwachting wel stabiel blijven, omdat ze voor een belangrijk deel in binnendijks agrarisch gebied foerageren. Soorten die op voormalige slikken foerageren zoals smient, wintertaling en wilde eend zullen met verdergaande ontzilting van de oeverzone verder achteruit gaan. De aantallen *bodemdiereters* van ondiep water (waar niet of nauwelijks problemen is met zuurstofloosheid/ stratificatie) zijn de laatste jaren over het algemeen stabiel of nemen toe. Mogelijk neemt alleen de rosse grutto nog steeds in aantal af. Daarbij dient aangetekend te worden dat rosse grutto (en sommige andere soorten als kanoet) bijna niet in de Grevelingen foerageren maar er alleen op hoogwatervluchtplaatsen (HVP's) aanwezig zijn. Het betreft dieren die met name in de Oosterschelde foerageren. Soorten als bontbekplevier, strandplevier, goudplevier en wulp foerageren deels (en goudplevier grotendeels) op de voormalige slikken en aangrenzende grasvlakten. Door ontzilting en vegetatiesuccessie kan op termijn het foerageerhabitat voor deze soorten negatief beïnvloed worden, waardoor op termijn de aantallen van deze soorten afnemen. De overige soorten zijn meer gebonden aan ondiep zout water. De voedselbeschikbaarheid zal voor deze soorten niet of nauwelijks beïnvloed worden, maar door oeverafslag en vooroeververdieping kunnen de omstandigheden voor deze soorten wel minder gunstig worden. De brilduiker, *bodemdiereter van open water*, die foerageert in open water (wel problemen met zuurstofloosheid/stratificatie) is sterk afgenomen. Bij een verdere achteruitgang van het onderwaterleven zullen de foerageermogelijkheden voor de brilduiker afnemen.

Sinds 2008 zitten er permanent circa 15 zeehonden in het Grevelingenmeer, waarbij het gaat om 12 gewone zeehonden en 3 grijze zeehonden. Zeehonden komen via de Brouwerssluis van de Voordelta in het Grevelingenmeer terecht en kunnen ook weer terugzwemmen naar de Voordelta. Gezien de toename van het aantal zeehonden in de Voordelta wordt verwacht dat het aantal zeehonden in het Grevelingenmeer in de toekomst ook verder toe zal nemen.

De Noordse woelmuis is typerend voor vochtige tot uitgesproken natte vegetaties in laagveen- en kleigebieden en komt verspreid langs de oevers en op de eilanden van het Greve-

lingenmeer voor. Van echte populaties en geschikte leefgebieden is echter alleen sprake op de Kil, Archipel, Markenje, Slikken van Flakkee (meest noord maar ook midden en zuid), Stellegors en Battenoord. De soort doet het vooralsnog goed in de Grevelingen, met name op plaatsen waar door isolatie (eilanden) of door vocht en dynamiek geen concurrentie met de veldmuis is. Op locaties waar beide soorten in concurrentie leven, leeft de Noordse woelmuis alleen op locaties waar het te dynamisch en te nat is voor de veldmuis. Het is echter onzeker of deze gunstige situatie voor de Noordse woelmuis blijft voortbestaan. Het instellen van (begrazings)beheer om vegetatiesuccessie tegen te gaan heeft sterk nadelige consequenties voor deze soort. Eventuele toekomstige vestiging van de aardmuis in het Deltagebied kan ook sterk negatieve effecten hebben op de Noordse woelmuis.

Habitattypen Natura 2000

In de huidige situatie liggen langs de randen van de voormalige platen van de Grevelingen smalle stroken met habitattypen H1301 Zilte pionierbegroeiingen en H1330 Schorren en zilte graslanden. Iets hoger in de zonerings gaan deze over in brakke overstromingsgraslanden (Flakkee Zuid, Markenje en Bommenede) of in H2190 Vochtige duinvalleien en H2170 Kruiwilgstruwelen (andere platen). De vochtige duinvalleien behoren tot de soortenrijkste vegetaties van Nederland en bevatten een groot aantal beschermde soorten, waaronder habitatsoort H1903 Groenknolorchis. Nog hoger op de platen liggen droge graslanden en ruigten, die deels behoren tot de habitattypen H2130 Grijze Duinen en H6430 Ruigten. Hoge delen die niet gemaaid of begraasd worden zijn grotendeels overgegaan in H2160 Duindoornstruwelen of in andere struwelen en bossen.

De belangrijkste processen in de autonome ontwikkeling zijn de erosie van de platen en de ontzilting, ontkalking, bodemvorming en de daarmee samenhangende successie. In de autonome ontwikkeling nemen de zilte vegetaties in areaal af, door het afkalven van laaggelegen oevers en gedeeltelijk ook door ontzilting. De natte duinvalleivegetaties worden ouder, en hierdoor gaan enkele soorten achteruit, waaronder de groenknolorchis. Daarnaast zal een verschuiving van kalkrijke vochtige duinvalleien (H2190B) naar ontkalkte vochtige duinvalleien (H2190C) optreden. Door het fijne zand gaat de ontkalking langzaam en handhaven zich waardevolle vegetaties met bijzondere soorten.

Beoordeling alternatieven

Waterkwaliteit

Het doorlaatmiddel in de Brouwersdam zorgt er in de alternatieven 1, 2 en 3 voor dat zoutstratificatie aanzienlijk minder optreedt en dat de duur van de temperatuurstratificatie in mei wordt verkort van circa twee maanden naar circa twee weken. Hierdoor neemt het areaal dat gedurende een aaneengesloten periode van 7 dagen zuurstofloos wordt (1 m boven de bodem, zuurstofconcentratie < 3 mg/l) af van circa 1.300 ha (huidige situatie) naar circa 500 ha. In de diepe putten bij de huidige Brouwerssluis (onder andere bij Scharendijke) kunnen nog wel zuurstofarme condities optreden. Aangenomen wordt dat een installatie voor verticale menging in alternatief 5 het zuurstofprobleem kan verminderen, maar niet op kan lossen (Van Pagee, 2011).

Voor de Grevelingen maakt het voor de waterkwaliteit relatief weinig uit of de verbinding met het Volkerak Zoommeer via een doorlaatmiddel (alternatief 2) of via een open verbinding (alternatief 1) tot stand wordt gebracht. In beide gevallen treden naar verwachting geen problemen met zuurstofarme condities in de waterkolom op. In alternatief 3 ontbreekt de opening in de Grevelingendam. In alternatief 4 ontbreekt het doorlaatmiddel in de Brouwersdam, waardoor dit alternatief ten aanzien van zuurstof geen verbetering laat zien ten opzichte van de referentie.

Als gevolg van het doorlaatmiddel in de Brouwersdam en de open verbinding met het Volkerak-Zoommeer neemt de gemiddelde stikstofconcentratie in de Grevelingen in alternatief 1 toe, waardoor ook de kans op algenbloei en overlast door zeesla toeneemt. Hierdoor is de score op nutriënten voor alternatief 1 negatief (-)¹. De toename van nutriënten is in de alternatieven 2 en 4 minder vanwege het ontbreken van de permanente verbinding met Volkerak-Zoommeer. In de alternatieven 1, 2 en 3 kunnen door het doorlaatmiddel *Phaeocystis* bloeien van de Noordzee het Grevelingenmeer binnenstromen. In de alternatieven 4 en 5 worden niet of nauwelijks veranderingen in de nutriëntenhuishouding en bloei van algen verwacht. De gemiddelde fosforconcentratie, temperatuur en pH blijft in alle alternatieven ongeveer gelijk.

Door de opening in de Grevelingendam is er in alternatief 1 sprake van een significante afname van het zoutgradiënt van west naar oost, waardoor in het oostelijk deel van de Grevelingen kansen ontstaan voor de ontwikkeling van zeegras. In alle andere alternatieven is geen sprake van een zoutgradiënt. In de alternatieven 2 en 4 kan als gevolg van waterberging incidenteel tijdelijke verzoeting optreden. De realisatie van beperkt getij heeft daarnaast nauwelijks effect op het doorzicht.

De verbinding voor de recreatievaart in de alternatieven 1, 2 en 3 heeft geen effecten op de waterkwaliteit.

Ecologie

Door de verbeterde zuurstofhuishouding in de alternatieven 1, 2, 3 en 5 verbeteren de levensomstandigheden voor bodemdieren van zachte substraten. In alternatief 5 zal de verbetering wel iets minder zijn, omdat daar de zuurstofloosheid niet wordt opgelost. In alternatief 1, 2 en 3 zorgt aanvullend hierop de getijdenbeweging voor nieuwe intergetijdengebieden rondom eilanden, waar een zone kaal slik zal ontstaan waar bodemdieren zich kunnen gaan vestigen. Hierdoor neemt het aantal soorten, dichtheden en biomassa's van bodemdieren van zachte substraten toe. Ook de omstandigheden voor bodemdieren van harde substraten verbeteren door de verbeterde zuurstofhuishouding in de alternatieven 1, 2, 3 en 5. Door de zoutgradiënt in alternatief 1 ontstaan waarschijnlijk verschillen in de bodemdiergemeenschappen in het westelijke en oostelijke deel van het meer, waarbij de soortenrijkdom in het brakkere (oostelijke) gedeelte van het meer lager is dan in het zoutere (westelijke) gedeelte. De incidentele waterberging in de alternatieven 2 en 4 kan door verzoeting (bij incidentele waterberging) tijdelijk negatieve effecten op sommige soorten bodemdieren veroorzaken. De hersteltermijn is onder andere afhankelijk van de omvang van de effecten en de herhalingsjijd en kan op grond van de huidige informatie niet worden bepaald.

De dynamische omgeving rondom het nieuwe doorlaatmiddel in de alternatieven 1, 2 en 3 heeft een sterke aantrekkingskracht op vis en door de grotere opening worden de migratiemogelijkheden van en naar de Voordelta verbeterd. De soortenrijkdom van met name de ecologische gildes mariene soorten en estuarien residenten kan toenemen en wordt mogelijk vergelijkbaar met de Oosterschelde. Door de open verbinding met het Volkerak-Zoommeer in alternatief 1 en de zoutgradiënt die hiermee gepaard gaat, verbeteren de omstandigheden voor diadrome vissoorten die van en naar het zoete water migreren. De

¹ Vanwege het relatief voedselarme karakter van de Grevelingen resulteert een verhoogde uitwisseling met de Noordzee en het Volkerak Zoommeer in een hogere aanvoer van nutriënten. Nolte et al (2008) schatten een wezenlijk hogere primaire productie (ca 60%). Dit zal leiden tot betere omstandigheden voor schelpdierkweek in de Grevelingen. Of een toename van schelpdierkweek de algenbloei en overlast door zeesla tegengaat valt op voorhand niet in te schatten.

getijdencentrale waarmee het doorlaatmiddel in de alternatieven 1, 2 en 3 wordt gecombineerd kan zorgen, ondanks de eisen die aan de turbines worden gesteld, voor negatieve effecten op vis, doordat vis bij de passage beschadigd raakt of wordt gedood. De omvang van de effecten is afhankelijk van het type centrale, maar van de typen die voor de Grevelingen worden overwogen zijn weinig gegevens over beschadiging en sterfte van vissen bekend. Wel wordt gestreefd naar een maximale sterfte van 0,5 %. Oplossingen voor het voorkomen van beschadiging en sterfte dienen met name te worden gezocht in aanpassingen aan de turbines zelf en niet in visgeleidingssystemen om de centrale heen. De effecten van incidentele waterberging in de alternatieve 2 en 4 zijn voor vissen waarschijnlijk verwaarloosbaar. De verbeterde zuurstofhuishouding in alternatief 5 leidt waarschijnlijk tot een lichte verbetering voor vissen.

De introductie van getij in de alternatieven 1, 2 en 3 heeft zowel positieve als negatieve effecten op vegetatie. Door de introductie van getij zullen zilte pioniers naar boven opschuiven. Deze kunnen groeien tussen 10 cm onder en ongeveer 20 cm boven gemiddeld hoogwater. Momenteel is dit areaal begroeid met (vooral) zilt grasland en overstromingsgrasland, die bij nieuw getij grotendeels verdwijnen. Door de aanwezigheid van natuurlijke variatie in het getij, kan bij dit alternatief een nieuwe zone met zilt grasland ontstaan vlak boven de hoogwatergrens. Daaronder ontstaan nieuwe schorvegetaties. Boven de +15 cm NAP worden in toenemende mate ook natte duinvalleivegetaties overspoeld. De duinvalleivegetaties kunnen niet naar boven opschuiven. Hiervoor is namelijk het grondwaterpeil bepalend, dat gestuurd wordt door het (vrijwel onveranderde) middenpeil. Op de Veermansplaat en de Stampersplaat komen duinvalleivegetaties echter al lager in de zonering voor dan + 15 cm NAP en gaat bij de introductie van getij 20-30 % van de duinvalleivegetaties verloren. Bovendien zijn dit de relatief jonge vormen van deze vegetaties, waarin de groenknolorchis optimaal voorkomt. Door de introductie van getij gaat dus een groot deel (naar schatting 50 % - 75 %) van de groenknolorchis op de Stampersplaat en de Veermansplaat verloren. Alternatief 5 heeft geen effecten op vegetatie. Incidentele waterberging in de alternatieven 1, 2 en 4 heeft negatieve effecten op zoete vegetaties.

Door de introductie van getij in de alternatieven 1, 2 en 3 zullen broedeilandjes van kustbroedvogels overstroomd worden. Zonder mitigerende maatregelen (verder ophogen van de bestaande eilandjes) zal een groot deel van de sterns en plevieren geen broedgelegenheid meer hebben in de Grevelingen. Mogelijk ontstaan aan de randen van getijzones in beperkte mate nieuwe broedplekken voor kustbroedvogels van kale zand- en slikbodems doordat op lager gelegen stukken door zoutindroging vegetatiesuccessie wordt tegengehouden. Netto zorgt introductie van getij (zonder mitigatie voor de bestaande broedeilandjes) voor een negatief effect op kustbroedvogels. Waterberging in de alternatieven 2 en 4 heeft geen effect op kustbroedvogels, omdat waterberging voornamelijk in de winter zal plaatsvinden. Ook alternatief 5 heeft geen effect op kustbroedvogels.

Als gevolg van het doorlaatmiddel in de alternatieven 1, 2 en 3 wordt een verbetering van de visstand verwacht, waardoor viseters profiteren van het nieuwe doorlaatmiddel. De getijdencentrale zal een aantrekkende werking op visetende vogels hebben. Viseters van ondiep water profiteren daarnaast ook van de sterke toename van het areaal intergetijdengebied die waarschijnlijk leidt tot een grotere voedselbeschikbaarheid voor deze soorten. Alternatief 4 heeft geen effecten op viseters, alternatief 5 mogelijk licht positieve effecten doordat de omstandigheden voor vis iets verbeteren.

Bodemdiereters zullen profiteren van het doorlaatmiddel in de alternatieven 1, 2 en 3 en de verbeterde zuurstofhuishouding in alternatief 5, omdat hierdoor wordt verwacht dat de biomassa van bodemdieren (hun voedsel) toe zal nemen. Bodemdiereters van ondiep water

profiteren daarnaast van de toename van het areaal intergetijdengebied in de alternatieven 1, 2 en 3, waar ze kunnen foerageren.

De toename van het areaal intergetijdengebied inclusief een toename aan schorvegetaties in de alternatieven 1, 2 en 3 leidt naar verwachting tot een toename van planteneters die op slikken en platen foerageren, zoals smient, wintertaling en wilde eend. Door een afname aan graslanden nemen andere planteneters, zoals de grauwe gans en de kolgans mogelijk af. De alternatieven 4 en 5 hebben verwaarloosbare effecten op planteneters.

De recreatievaartverbinding in de alternatieven 1, 2 en 3 leidt tot een verhoogde recreatiedruk op de Grevelingen, waardoor vogels verstoord kunnen worden. De broedvogels op de eilanden en de oevers lopen weinig kans op verhoogde verstoring, omdat de betreding van eilandjes en oevers streng gereguleerd is. Vogels van het open water, zoals futen en middelste zaagbek, worden waarschijnlijk wel vaker verstoord door de toenemende vaarbewegingen, waardoor ze mogelijk uit het gebied vertrekken.

Het visrijke gebied rondom de getijdencentrale in de alternatieven 1, 2 en 3 zal een aantrekkende werking op zeehonden hebben. De migratiemogelijkheden door de getijdencentrale heen zijn nog onduidelijk. Mogelijk is de kans op beschadiging en sterfte bij passages te groot, waardoor het doorlaatmiddel met roosters zal worden afgezet om dit te voorkomen. Zeehonden kunnen dan net als in het referentiealternatief alleen migreren via de Brouwerssluis. Als gevolg van de recreatieverbinding door de Brouwersdam zal de recreatiedruk bij de Bollen van de Ooster toenemen, wat tot verstoring van de zeehonden zal leiden. De positieve effecten op het leefgebied (ontstaan van een visrijk gebied rond de getijdencentrale) weegt ongeveer op tegen de negatieve effecten van verstoring door recreatie. De effecten op zeehonden zijn voor de alternatieven 1,2 & 3 daarom neutraal beoordeeld. Bij de alternatieven 4 en 5 worden geen effecten op zeehonden verwacht (0).

Door realisatie van beperkt getij in de alternatieven 1, 2 en 3 kunnen leefgebieden van de Noordse woelmuis (gedeeltelijk) overspoeld worden. Welk effect dit op de omvang van het leefgebied van de Noordse woelmuis heeft, is onduidelijk. Verwacht wordt dat op sommige locaties de omvang afneemt en op andere locaties een verschuiving van leefgebied op zal treden naar hogere delen van de eilanden en oevers. De effecten van herintroductie van getij in de alternatieven 1, 2 en 3 zijn netto neutraal beoordeeld. Alternatief 5 heeft geen effecten op de noordse woelmuis. Incidentele waterberging in de alternatieven 1, 2 en 4 heeft tijdelijk desastreuze gevolgen voor de populatie noordse woelmuizen. Op lange termijn echter kunnen ook positieve effecten optreden, omdat de effecten op concurrenten van de noordse woelmuis groter zijn. Dit hangt echter sterk af van de herhalingstijd van de waterberging en daarmee de hersteltijd voor populaties.

Areaal intergetijdengebied

In de huidige situatie is er geen areaal intergetijdengebied in de Grevelingen. Alleen in de alternatieven 1, 2 en 3 met doorlaatmiddel en getijdencentrale wordt getij op de Grevelingen teruggebracht, waardoor intergetijdengebied ontstaat. In de Beslisnotitie (2010) is geschat dat bij een gemiddelde getijslag van 50 cm ongeveer 650l ha aan intergetijdengebied in de Grevelingen ontstaat. Dit areaal is voor alle drie de alternatieven gelijk en wordt als goed beoordeeld (+). De alternatieven 4 en 5 voegen geen areaal intergetijdengebied toe en worden daarom gelijk aan de referentie beoordeeld (0).

Tabel 5.3. Overzicht effectbeschrijving waterkwaliteit en ecologie¹

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak-Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak-Zoommeer	3 Grevelingen als losstaande gebiedsontwikkeling	4 waterberging Grevelingen	5 Grevelingen zonder zuurstofprobleem
waterkwaliteit						
zuurstof	0	++	++	++	0	++
nutriënten	0	0 (P) en - (N) ¹	0	0	0	0
zoutgehalte	0	+	0/-	0	0/-	0
zoutgradiënt	0	+	0	0	0	0
doorzicht	0	-	0	0	0	0
temperatuur en pH	0	0	0	0	0	0
algenbloei	0	- ¹	- ¹	- ¹	0	0
zeesla	0	+ ¹	0	0	0	0
zeegras	0	+	0	0	0	0
ecologie						
bodemdieren	0	+	+	+	0/-	+
vissen	0	+/- ²	+/- ²	+/- ²	0	0/+
vegetatie	0	+ en -	+ en -	+ en -	0	0
kustbroedvogels	0	-	-	-	0	0
visetende vogels	0	+	+	+	0	0/+
bodemdieretende vogels	0	+	+	+	0	+
plantenetende vogels	0	+ en -	+ en -	+ en -	0	0
zeezoogdieren	0	0	0	0	0	0
noordse woelmuis	0	0	+/- ³	0	+/- ³	0
areaal intergetijdengebied (ha)	0	+	+	+	0	0

(++ = grote verbetering t.o.v. referentie, + = verbetering t.o.v. referentie, 0 = gelijk aan referentie, - = verslechtering t.o.v. referentie, -- = sterke verslechtering t.o.v. referentie)

¹ De waarde van deze variabelen neemt toe, wat voor zeegras positief en voor zeesla als negatief wordt beoordeeld.

² Afhankelijk van het effect van de getijdencentrale.

³ Afhankelijk van de herhalingsstijd van de waterberging.

Per saldo scoren de alternatieven 1, 2, 3 en 5 positief ten aanzien van waterkwaliteit en ecologie. Dit is terug te zien in verbetering van de a-biotische omstandigheden (vooral zuurstof) en een aantal soortgroepen (zoals bodemdieren en vogels). Ten aanzien van de negatieve effecten op ecologie (kustbroedvogels, vegetatie) zijn mitigerende maatregelen mogelijk. Alternatief 4 heeft nauwelijks (beperkt negatief) effect op de waterkwaliteit en ecologie van de Grevelingen.

Zeespiegelstijging

Toekomstige zeespiegelstijging beïnvloedt het peilbeheer in de Grevelingen: er worden besluiten verwacht om het waterpeil (gedeeltelijk) mee te laten stijgen met de zeespiegel. In het hoogste scenario voor zeespiegelstijging bedraagt de stijging op de Grevelingen 85 cm. Dit is een veel hogere stijging dan de stijging als gevolg van de herintroductie van getij (in geval van koppeling met het Volkerak-Zoommeer is de stijging 10 cm). Door de zeespiegelstijging zullen vegetaties overstromen en verdwijnen, waardoor ook het habitat van soor-

ten als noordse woelmuis verdwijnt. Opschuiven van vegetaties naar hoger gelegen plekken is maar zeer beperkt mogelijk vanwege de beperkte ruimte. Ook broedeilanden van kustbroedvogels zullen volledig overstromen. Dit geeft aan dat stijging van de zeespiegel grote gevolgen zal hebben voor de ecologie in het gebied.

Mitigerende maatregelen

Ter voorkoming van negatieve effecten van de zeespiegelstijging op kustbroedvogels, kunnen de eilanden waarop zij broeden (en die voor een deel speciaal voor dat doel zijn gerealiseerd) worden opgehoogd of kan zand worden opgespoten achter oeververdedigingen. Ter voorkoming van de inundatie van natte duinvallen met zout water kunnen wellicht dijkes worden aangebracht of is het mogelijk om struwelen te verwijderen (plaggen) om verloren gegane duinvalleihabitats te compenseren.

5.3. Opwekken duurzame energie

Motivering criteria

Voor dit thema worden drie criteria gebruikt:

- energieopbrengst;
- CO₂-emissie;
- spin-off van innovatie.

Het doel van de getijdencentrale is de opwekking van elektriciteit. Hoe meer elektrische energie kan worden opgewekt hoe beter. Het eerste criterium meet derhalve hoeveel energie kan worden opgewekt. De opgewekte energie wordt verkregen zonder dat fossiele brandstoffen worden verbrand. Als een vergelijkbare hoeveelheid energie wordt opgewekt met een gasgestookte of kolengestookte centrale, dan komen daar CO₂ en andere verbrandingsgassen vrij. De getijdencentrale spaart dat uit en dat is gunstig voor het milieu. Hoe meer CO₂ wordt uitgespaard hoe beter. Het derde en laatste criterium binnen dit thema meet of de bouw van een getijdenenergiecentrale bijdraagt aan innovatie en de daarbij behorende spin-off voor het Nederlandse bedrijfsleven, onder andere vanwege de innovativiteit van de turbines wat betreft techniek, visveiligheid.

Overigens zijn de effecten van de getijdencentrale op de ecologie al beschreven bij het thema waterkwaliteit en ecologie.

Referentie

In de huidige situatie is er geen getijdencentrale in de Brouwersdam. Er wordt dus geen energie opgewekt, er wordt geen CO₂ uitgespaard en er wordt niet bijgedragen aan innovatie.

Energieopbrengst

Er zijn drie alternatieven met een getijdencentrale (alternatieven 1, 2, en 3). De gemiddelde getijslag is in deze drie alternatieven gelijk, waardoor de energieopbrengst van deze drie alternatieven gelijk is. De keuze van het type centrale is wel relevant, maar er is dus geen onderscheidend de drie alternatieven. Belangrijker is de keuze voor het type getijdencentrale: met traditionele bulbturbines of met de meer innovatieve hevelturbines. Op basis van een studie door Haskoning (2010) is de energieopbrengst geschat op 193 GWh voor een getijdencentrale met bulbturbines en 118 GWh voor de getijdencentrale met hevelturbines. De getijdencentrale met bulbturbines levert meer energie dan die met hevelturbines. In de MKBA is aangetoond dat de hevelturbines een beter economisch rendement hebben dan de bulbturbines, vanwege de lagere kosten van de hevelturbines over de totale levensduur (investeringen en beheer- en onderhoudskosten). Uit de MKBA blijkt dat bij toepassing van de hevelturbines de kosten-batenverhouding het meest gunstig is.

CO₂ reductie

In de MKBA (Witteveen+Bos, 2011) is het voordeel van CO₂-emissiereductie van de getijdencentrale bepaald door de uitgespaarde CO₂-emissie door bestaande elektriciteitscentrales te berekenen. Uit die berekeningen blijkt dat de getijdencentrale inderdaad een bijdrage levert aan CO₂-emissiereductie en dat is als zeer goed beoordeeld (++).

Innovatie

De omgevingskwaliteit 'innovatie' betekent letterlijk vernieuwing. Het gaat om de ontwikkeling van nieuwe ideeën. Om de mate van innovatie te kunnen meten, moet eerst worden nagegaan wanneer projecten of maatregelen nieuw zijn. Projecten en maatregelen zijn nieuw wanneer er sprake is van:

- een nieuwe vormgeving;

- nieuw materiaalgebruik;
- een nieuwe techniek;
- een zeer grote (of kleine) schaal van toepassing;
- uniciteit: door eenvoudigheid uniek, de enige, te zijn;
- de mate van ornamentering: hetzelfde object/product, bijvoorbeeld een telefoon, maar met nieuwe functionaliteiten of uiterlijkheden.

Wanneer we op zoek gaan naar de innovatieve onderdelen van de projectalternatieven, komen we uit op de volgende zaken: getijdenenergiecentrale een hevelturbine, een bulbturbine, een overtoom als recreatievaartverbinding (botenlift voor recreatie als alternatief voor schutsluizen), bellenschermen voor zuurstoftoevoeging aan het water. In de MKBA (Witteveen+Bos, 2011) zijn deze onderdelen beoordeeld op innovativiteit. Uit tabel 5.3 van het MKBA rapport volgt dat met name de alternatieven met een hevelturbine (dat zijn 1, 2 en 3) innovatief zijn, omdat dit een nieuwe techniek is die uniek is. Daarnaast is de hevelturbine ten opzichte van de bulbturbine visvriendelijker en goedkoper, maar heeft het ook een lager technisch rendement. Ook voor de ecologie zou de hevelturbine beter kunnen scoren dan de bulbturbine, omdat er minder slachtoffers onder vissen en andere zeedieren verwacht worden bij de hevelturbines dan bij de traditionele bulbturbines. Deze verwachting kan echter nog niet met onderzoek onderbouwd worden. Verder zouden de alternatieven met getijdencentrale (dat zijn 1, 2 en 3) innovatief kunnen zijn, vooral wanneer er nieuwe technieken worden ontwikkeld op het gebied van ICT, waardoor de toepassingsmogelijkheden groot zijn. Derhalve worden de alternatieven 1, 2 en 3 als zeer goed (++) beoordeeld op het criterium innovatie.

De alternatieven 4 en 5 hebben geen getijdencentrale en scoren op alle criteria neutraal ten opzichte van de referentie.

Tabel 5.4. Samenvatting van de effectbeschrijving opwekken duurzame energie met hevelturbines

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak- Zoommeer	3 Grevelingen als losstaande gebieds- ontwikkeling	4 waterber- ging Greve- lingen	5 Grevelingen zonder zuur- stofprobleem
energieopbrengst	0	++	++	++	0	0
CO ₂ -emissie	0	++	++	++	0	0
spin-off van innovatie	0	++	++	++	0	0

Zeespiegelstijging

De vraag is hoe de zeespiegelstijging het functioneren van de getijdencentrale in de Brouwersdam zal kunnen beïnvloeden. Om de energieopbrengst ook in de toekomst te kunnen garanderen, is het noodzakelijk dat het peil op de Grevelingen meestijgt met de zeespiegel. Daarom is ervoor gekozen dat het peil op de Grevelingen meestijgt met de zeespiegel. Voor de alternatieven met getijdencentrale is een stijging van 0,85 m van het middenpeil op de Grevelingen gekozen en voor de alternatieven zonder getijdencentrale van een stijging van het middenpeil van 0,40 m in het jaar 2100. Hiermee kan gegarandeerd worden dat de getijdencentrale tot 2100 bruikbaar blijft.

Mitigerende maatregelen

Deze maatregelen zijn niet van toepassing op dit thema.

5.4. Regionaal-economische toeristische structuur

Motivering beoordelingscriteria

De ingrepen in de Grevelingen kunnen mogelijk effect hebben op de recreatiemogelijkheden van verschillende type recreanten. De volgende typen recreanten worden in de Grevelingen onderscheiden: duikers, oeverrecreanten, strandrecreanten, verblijfsrecreanten, recreatievaarders en sportvissers. Onder oeverrecreatie valt vrijetijdsbesteding op de oevers van de Grevelingen, met natuurgebonden activiteiten zoals wandelen, actieve sporten, fietsen en bezoek aan attracties en evenementen gebonden aan de oevers. De effecten worden per type recreant kwalitatief beschreven.

Referentiealternatief

In het referentiealternatief worden als gevolg van een verslechtering van de waterkwaliteit gelijkblijvende of een lichte daling in bezoekersaantallen verwacht van de volgende categorieën recreatief gebruik in de Grevelingen: duiken, oeverrecreatie, strandrecreatie, verblijfsrecreatie, recreatievaart en sportvissen. Dit komt ook omdat verder geen maatregelen worden genomen om de recreatieve capaciteit waardoor de aantallen niet zullen stijgen.

Alternatieven

Alternatief 1, 2 en 3 worden vrijwel gelijk beoordeeld op de verschillende categorieën recreatief gebruik. Behalve de strandrecreatie worden de overige categorieën positief beoordeeld:

- de Grevelingen wordt door het aanbrengen van getij aantrekkelijker voor duikers. Een betere waterkwaliteit zal meer duikers naar het gebied trekken;
- het aantal oeverrecreanten zal stijgen doordat de oevers, als gevolg van een betere waterkwaliteit, minder te kampen hebben met stankoverlast van (rotte)zeesla;
- verwacht wordt dat het aantal overnachtingen rondom de Grevelingen toe zal nemen, als gevolg van de investeringen in waterkwaliteit;
- de recreatievaartverbinding in de Brouwersdam zal leiden tot een toename van het aantal vaarbewegingen. Alternatief 1 scoort net iets hoger, omdat in dat alternatief een extra positieve impuls aan de recreatievaart wordt gegeven door de open verbinding met het Volkerak-Zoommeer;
- in de Grevelingen wordt door een betere waterkwaliteit, wat zal leiden tot een grotere diversiteit van vissen, ook een toename van het aantal sportvissers verwacht;
- in de drie alternatieven gaat 550 m van de door recreanten intensief gebruikte Brouwersdam verloren als gevolg van de doorlaat in de Brouwersdam. Dit heeft echter geen effect op het strand bij de Brouwerdam. Daarom scoren de alternatieven neutraal op strandrecreatie.

In alternatief 4 wordt het gebied alleen als waterberging ingezet, waardoor er helemaal geen verandering plaatsvindt in het recreatieve gebruik van de Grevelingen.

In alternatief 5 wordt de waterkwaliteit verbeterd door het aanbrengen van kunstmatige (verticale) waterbeweging. Dit heeft, net als in de eerste drie alternatieven, een positief effect voor de duikers en oeverrecreaties. Het effect zal wel iets kleiner zijn, omdat de waterkwaliteit als gevolg van kunstmatige waterbeweging iets minder verbetert dan door het aanbrengen van getij.

Tabel 5.5. Overzicht effectbeschrijvingen toerisme en recreatie

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak- Zoommeer	3 Grevelingen als losstaan- de gebieds- ontwikkeling	4 waterber- ging Greve- lingen	5 Grevelingen zonder zuurstof- probleem
recreatiemogelijkheden duikers	0	++	++	++	0	+
recreatiemogelijkheden oeverrecreatie	0	++	++	++	0	+
recreatiemogelijkheden verblijfsrecreatie	0	+	+	+	0	+
recreatiemogelijkheden recreatievaart	0	++	+	+	0	0
recreatiemogelijkheden sportvisserij	0	+	+	+	0	0/+
recreatiemogelijkheden strandrecreatie	0	0	0	0	0	0

Zeespiegelstijging

Zeespiegelstijging kan een negatief effect hebben op de beschikbare ruimte voor recreatie buitendijks: oeverrecreatie, verblijfsrecreatie en strandrecreatie, omdat oevers en stranden deels onder water zullen lopen of kunnen eroderen en daardoor in die gebieden minder kan en zal worden gerecreëerd. Ook kunnen de havens en aanlegsteigers onder water lopen, waardoor de recreatievaart ook hinder van de zeespiegelstijging zal ondervinden.

Mitigerende maatregelen

Indien de stranden en oevers verdwijnen door erosie of zeespiegelstijging kunnen deze worden opgespoten.

5.5. Morfodynamiek**Motivering criteria**

Door aanleg van het doorlaatmiddel en de getijdencentrale in de Brouwersdam verandert de stroming bij de Brouwersdam en daardoor kunnen morfologische effecten ontstaan. Voor de besluitvorming rond het doorlaatmiddel en getijdencentrale zijn de volgende effecten van belang:

- verandering van het areaal aan oevers en platen in de Grevelingen. De oevers en platen zijn belangrijk voor de natuur en voor de recreatie. Als door het introduceren van het getij grootschalige erosie van oevers en platen optreedt, dan heeft dat invloed op de huidige beschermde natuurwaarden en het gebruik door de recreanten;
- verandering van het areaal van de Bollen van de Ooster in de Voordelta. De Voordelta is Natura 2000 gebied met vastgestelde instandhoudingsdoelen. Afname van het areaal van de Bollen van de Ooster kan in strijd zijn met de instandhoudingsdoelen van Natura 2000;
- verandering bodemligging rondom de doorlaten in de Brouwersdam en Grevelingendam. Door het debiet door de getijdencentrale en het doorlaatmiddel zal er erosie aan beide zijden van de doorlaat plaatsvinden. De vraag is of deze erosie ook gevolgen heeft voor de stranden langs de Brouwersdam en bij van Schouwen-Duiveland en Goeree, die van groot belang zijn voor de strandrecreatie.

Referentie

In hoofdstuk 7 van het bijlagenrapport deel B is een uitgebreide beschrijving gegeven van de morfologische ontwikkeling van de Voordelta en de Grevelingen. De autonome ontwikkeling van sedimentatie en erosie in de Voordelta is dat de Bollen van de Ooster migreren in zuidoostelijke richting. Verder bouwt de plaat uit aan de noordoostelijke zijde. Ook de oriëntatie van de Bollen van de Ooster lijkt te veranderen: een rotatie tegen de klok in om de noordoostpunt.

Voor het strand bij de Brouwersdam geldt dat bij het zuidwestelijk deel van het strand erosie is opgetreden tussen het jaar 2000 en 2010. Aan de noordzijde van het strand op het eiland Goedereede is sedimentatie zichtbaar in die periode. In de autonome situatie zou in de toekomst een doorgaand strand langs de Brouwersdam kunnen ontstaan.

Doordat de Grevelingen in 1971 volledig is afgesloten, heeft het getij geen invloed meer op het patroon van geulen en platen. Ten gevolge van de golfwerking hebben de geulen zich deels gevuld met sediment dat van de platen afkomstig is. Met name de plaatranden zijn geërodeerd. Dit materiaal is in de geulen verdwenen, waardoor de geulen ondieper zijn geworden. Om de erosie van steile plaatranden tegen te gaan zijn oeverbeschermingen en vooroeverdammen aangelegd.

Beoordeling alternatieven

In de bijlage is een samenvatting gegeven van het achtergrondrapport over de Morfologie (Witteveen+Bos, 2011a). In dat rapport zijn morfologische berekeningen uitgevoerd voor een doorlaatmiddel in de Brouwersdam met getijdencentrale en een opening in de Grevelingendam. Deze berekeningen zijn alleen geldig voor alternatief 1. Op basis van de berekeningen van alternatief 1 geven wij hier ook een kwalitatieve beoordeling voor de andere alternatieven.

Conclusies ten aanzien van erosie van de oevers en platen

Door opening in de Brouwersdam komt er getij terug op de Grevelingen. Hierdoor gaat de waterstand variëren tussen NAP - 0,35 m en NAP + 0,15 m in 2020. De effecten van zeespiegelstijging zijn tevens bepaald door de situatie in 2100 te modelleren (variërende waterstand met een getijslag van 0,50 m rond een middenpeil van NAP +0,75 m). Door deze variatie komt vaker een hogere waterstand voor in de Grevelingen. Voor de bepaling van de oevererosie zijn twee variabelen van belang: de golfhoogte en de bodemschuifspanning. Uit modelberekeningen blijkt dat door de veranderende waterstanden de golfhoogte in 2100 met een factor 2 toeneemt en dat de bodemschuifspanning afneemt in grote gedeelten en op sommige hoger gelegen delen toeneemt. Er is dus sprake van een effect dat de oevererosie kan versterken (hogere golven) en een effect dat de oevererosie vermindert (lagere schuifspanning).

In het verleden zijn veel oevers en platen in de Grevelingen beschermd met oeverbescherming en vooroeverdammen. Deze zijn allemaal aangelegd rond een peil van NAP + 0 m. Op basis van de uitgevoerde berekeningen kan geconcludeerd worden dat de erosie van de ondiepe gebieden zal afnemen. Ook langs de huidige plaatranden en oevers zal minder erosie plaatsvinden als gevolg van de hogere waterstanden op de Grevelingen. Doordat de (gemiddelde) waterstand toe neemt zal er meer erosie plaatsvinden in de hoger gelegen gedeelten van de Slikken van Flakkee, ten noorden en ten oosten en bovenop de Veermansplaat en bij Battenoord. Verwacht mag worden dat er herprofilering van deze gebieden zal plaatsvinden. Herprofilering houdt in dat de helling verandert. In de brekerzone wordt het profiel vlakker. Sediment wordt vanuit de brekerzone zowel naar diepere gedeelten als naar ondiepe gedeelten getransporteerd. Ten oosten van de Veermansplaat en bij

Battenoord zal een deel van het sediment richting diepe geul getransporteerd worden. Wellicht is hier extra oeverbescherming noodzakelijk, om oevererosie te voorkomen.

Stromingsberekeningen hebben aangetoond dat de stroming achter de dammen en langs oevers zeer laag is en niet of nauwelijks verandert in de toekomstige situatie. Verwacht mag worden dat de erosiepatronen in de Grevelingen daardoor ten gevolge van deze stroming niet veranderen.

Op basis van bovenstaande beschouwing worden de effecten op de oevererosie hier negatief beoordeeld (-), omdat bij de onbeschermde oevers netto significant meer erosie van oevers en platen verwacht mag worden dan in de referentiesituatie en omdat de afname van erosie in de ondiepere delen hier niet tegenop weegt. Deze beoordeling geldt voor alle alternatieven met een doorlaatmiddel en getijdencentrale in de Brouwersdam (alternatieven 1, 2 en 3). Voor de alternatieven 4 en 5 zonder doorlaatmiddel en getijdencentrale, verandert de situatie ten opzichte van de referentie niet (0).

Conclusie ten aanzien van de Bollen van de Ooster

Met het model inclusief getijdencentrale is de periode van 2010 tot 2020 gesimuleerd met en zonder getijdencentrale. De volgende effecten van de getijdencentrale zijn waar te nemen in de simulaties ten opzichte van de referentie:

- de Bollen van de Ooster breiden minder uit in noordoostelijke richting;
- de migratie van de Bollen van de Ooster in zuidoostelijke richting (landwaarts) verloopt sneller;
- er treedt erosie op ten zuidwesten van de Bollen van de Ooster;
- nabij de getijdencentrale ontstaan nieuwe geulen en bestaande geulen worden dieper;
- nabij de getijdencentrale worden platen gevormd.

De hoofdconclusie is dat de migratie van de Bollen van de Ooster sneller zal gaan verlopen en dat het plaatoppervlak van de Bollen van de Ooster zal groeien. Het effect van de getijdencentrale op het strand bij de Brouwersdam lijkt op basis van de berekeningsresultaten gering. Wel zou door de aanwezigheid van een getijdencentrale de migratietrend van een langgerekt strand doorbroken kunnen worden. In dat geval zou het strand aan de noordzijde in de toekomst kunnen verdwijnen indien geen mitigerende maatregelen worden genomen. Het strand zal met getijdencentrale iets kleiner worden. Deze morfologische ontwikkeling op de Voordelta is niet negatief en het vergroten van het plaatoppervlak van de Bollen van de Ooster kan zelfs positief beoordeeld worden (+).

Deze beoordeling geldt voor alle alternatieven met een doorlaatmiddel en getijdencentrale in de Brouwersdam (alternatieven 1, 2 en 3). Voor de alternatieven 4 en 5 zonder doorlaatmiddel en getijdencentrale, verandert de situatie ten opzichte van de referentie niet (0).

Conclusie ten aanzien van slibsedimentatie in de Grevelingen

Door de aanleg van openingen in de Brouwersdam en Grevelingendam zal er erosie nabij de nieuwe openingen in de Brouwersdam en Grevelingendam optreden, omdat dat de stroomsnelheden zullen toenemen. Door de hogere stroomsnelheden zal ook meer slib in suspensie gebracht worden. De slibconcentraties nemen lokaal toe tot maximaal $0,1 \text{ kg/m}^3$, maar in het overgrote gedeelte van de Grevelingen verandert de slibconcentratie nauwelijks. Ook is te zien dat in de Grevelingen er een kortsluiting ontstaat tussen de noordelijke geul waarin de getijdencentrale komt te liggen en de zuidelijke geul. Ten zuiden van deze kortsluitgeul sedimenteert slib in de zuidelijke geul. Waarschijnlijk zal de erosie nabij de dammen en in de kortsluitgeul verder doorgaan tot er een nieuw evenwicht ontstaat. Verwacht mag worden dat de uiteindelijke verdieping op deze plaatsen enkele meters zal bedragen. Deze morfologische effecten hebben geen directe positieve of negatieve gevolgen

voor de andere functies in de Grevelingen, voor bijvoorbeeld het strand. Daarom krijgen alle alternatieven een neutrale beoordeling (0).

Tabel 5.6. Overzicht effectbeschrijving morfologie

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Vol- kerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Vol- kerak- Zoommeer	3 Grevelingen als losstaan- de gebieds- ontwikkeling	4 waterberging Grevelingen	5 Grevelin- gen zon- der zuur- stofpro- bleem
verandering van areaal oeveren en platen Greve- lingen	0	-	-	-	0	0
verandering van areaal Bollen van de Ooster	0	+	+	+	0	0
verandering bodemlig- ging rondom doorlaten Brouwersdam en Greve- lingendam	0	0	0	0	0	0
verandering strand Brouwersdam	0	0	0	0	0	0

Zeespiegelstijging

Hoe ontwikkelen de Bollen van de Ooster zich na 2020? Het gebied is duidelijk nog niet in evenwicht. In de huidige situatie zal de trend van migratie in zuidoostelijke doorgaan en zullen de Bollen steeds smaller worden, totdat de Bollen doorbreken. Met de getijdencentrale zal de migratie sneller plaatsvinden maar zal de afname van breedte minder snel verlopen. Dat komt met name doordat het gedeelte tussen de Bollen en de getijdencentrale morfologisch actiever wordt en de geul langs Goeree (langer) open blijft. Er is echter geen berekening uitgevoerd waarin het effect van de zeespiegelstijging op de Bollen van de Ooster is meegenomen.

Op de Grevelingen zullen de middenstanden (tot het jaar 2100) stijgen met 0,85 m voor alternatieven 1, 2 en 3 en 0,40 m voor alternatieven 4 en 5. De middenstanden (NAP + 0,65 m en NAP + 0,20) komen daarmee boven de huidige kruinhoogte van de oeveren en vooroeveren te liggen, die rond NAP ligt. Dat betekent dat op termijn alle oeveren en vooroeveren in de Grevelingen verhoogd moeten worden. Deze aanpassing is niet noodzakelijk door het voornemen een doorlaatmiddel met getijdencentrale te bouwen, maar door de autonome ontwikkeling van de zeespiegelstijging. Ook de oeveren in alternatieven 4 en 5 zonder getijdencentrale zullen in de toekomst verhoogd moeten worden.

Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen om overmatige erosie tegen te gaan zijn:

- het aanbrengen van oeverbeschermingen langs de onbeschermde platen en oeveren in de Grevelingen;
- het aanbrengen van zandsuppleties op stranden en platen in de voordelta;
- het aanbrengen van een dwarsdam aan zeezijde ten zuiden van de getijdencentrale om de migratie van het strand te stoppen.

Op korte termijn (2020) zijn de maatregelen nog niet nodig.

5.6. Beroepsvisserij

Motivering criteria

In het Grevelingenmeer heeft de beroepsvisserij een belangrijke nevenfunctie. Het gaat om de beroepsvisserij van oesters, mosselen, paling en kreeft. Op dit moment wordt door een aantal bedrijven op aal en kreeften gevist. Ook wordt door een aantal bedrijven oesters gekweekt. Van mosselvisserij is op dit moment geen sprake. Met de criteria oestervisserij, mogelijkheden voor mosselteelt en aal- en kreeftvisserij wordt het effect op drie visserijproducten gemeten. Deze drie categorieën zijn gekozen, omdat ze in Zeeland voorkomen en omdat ze anders kunnen reageren op de voorgenomen ingrepen.

Referentie

In sommige slechte jaren treedt door zuurstofloosheid schade op aan de oesters, maar de gemiddelde omvang van de schade door zuurstofloosheid in de Grevelingen is niet goed bekend. In het referentiealternatief wordt verwacht dat de opbrengsten van aal- en kreeftvisserij en oesterteelt gelijk blijven of verder achteruit gaan door toename van de zuurstofloosheid. Mosselkweek blijft onmogelijk.

Effecten op oestervisserij

De doorlaat in de Brouwersdam zal een belangrijk deel van het zuurstofprobleem in de diepere delen oplossen. Dit is een gunstige ontwikkeling voor de oestersector, zoals ook Van Gils (2010) aangeeft. Zoals eerder beschreven is in de huidige situatie immers sprake van sterfte op oesterpercelen als gevolg van zuurstofloze omstandigheden. Tevens zorgt de verbinding met de Noordzee voor een hogere toevoer van nutriënten en de Grevelingen daardoor voedselrijker wordt en naar verwachting kan de visserijsector daar ook van profiteren. De effecten van de alternatieven met doorlaatmiddel in de Brouwersdam op de visserij op oesters worden daarom als positief (+) beoordeeld. Ook een open verbinding met het Volkerak-Zoommeer zorgt voor een hogere toevoer van nutriënten en draagt op deze wijze op positieve wijze bij aan de draagkracht voor de schelpdierkweek.

Mogelijkheden voor mosselteelt

Met het realiseren van een de doorlaat in de Brouwersdam worden ook de potenties voor mosselteelt in de Grevelingen vergroot (Van Gils 2010). Mogelijk zorgt de verbinding met het Volkerak-Zoommeer in alternatief 1 voor een bijdrage aan het potentieel geschikte locaties voor mosselkweek (Deltares, 2010), maar er zijn geen aanwijzingen of dit significant verandert door de open verbinding met het Volkerak-Zoommeer en wat de omvang van de verbetering zou kunnen zijn. In de MKBA van deze verkenning (Witteveen+Bos, 2011) staan de effecten van mosselteelt uitgebreid beschreven. Omdat er nu geen mosselteelt mogelijk is en met de investeringen in waterkwaliteit wel, worden de effecten voor mosselteelt als zeer goed (++) beoordeeld.

Effecten op aal- en kreeftvisserij

Verbetering van de waterkwaliteit, door het aanbrengen van getij met de doorlaat in de Brouwersdam in combinatie met een getijdencentrale, heeft naar verwachting beperkt invloed op de visserij op aal en kreeft. Mogelijk neemt de intrek van glasaal door het vergroten van de opening in de Brouwersdam toe, wat positieve effecten kan hebben op de aalstand. Ook de mogelijkheden voor uittrekken van schieraal nemen echter toe, wat weer nadelige effecten kan hebben op de aalvisserij. Bij het wegtrekken kan schieraal worden beschadigd of gedood door de turbines. Dit heeft geen direct nadelige effecten voor de visserij op het Grevelingenmeer (ook zonder turbines zou deze aal het Grevelingenmeer verlaten hebben), maar kan op lange termijn een negatieve invloed hebben op de aalpopulatie op het Grevelingenmeer en daarbuiten. Per saldo worden de effecten voor aal- en kreeftvisserij als neutraal (0) beoordeeld.

In alternatief 4 wordt het gebied alleen als waterberging ingezet, waardoor er helemaal geen verandering plaatsvindt voor de beroepsvisserij. In alternatief 5 wordt de waterkwaliteit verbeterd door het aanbrengen van kunstmatige (verticale) waterbeweging. Dit heeft, net als in de eerste drie alternatieven, een positief effect op de opbrengsten van oesterteelt. Verschil is dat in alternatief vier de waterkwaliteit iets minder verbetert en de Grevelingen niet voedselrijker wordt. Omdat er in dit alternatief geen getij wordt aangebracht ontstaan geen kansen voor het telen van mosselen.

Tabel 5.7. Overzicht effectbeschrijvingen beroepsvisserij

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Vol- kerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak- Zoommeer	3 Grevelingen als los- staande ge- biedsont- wikkeling	4 waterber- ging Greve- lingen	5 Grevelingen zonder zuurstof- probleem
oestervisserij	0	+	+	+	0	+
mogelijkheden mosselteelt	0	++	++	++	0	0
aal- en kreeftvisserij	0	0	0	0	0	0

Zeespiegelstijging

De peilstijgingen op de Grevelingen ten gevolge van de zeespiegelstijging zijn relatief gering en hebben naar verwachting weinig effect op dit thema.

Mitigerende maatregelen

Deze maatregelen zijn niet van toepassing op dit thema.

5.7. Landbouw en omwonenden

Motivering beoordelingscriteria

Aanpassingen van het waterpeil op de Grevelingen kan van invloed zijn op de grondwaterstroming en kwel in de binnendijkse gebieden. Deze binnendijkse gebieden zijn voornamelijk in gebruik als landbouwgebieden en voor wonen. Voor de landbouw en de woningen zijn veranderingen van grondwaterstanden van belang. Daarnaast kunnen kwelveranderingen van invloed zijn op de gewasopbrengst. Het belangrijkste effect voor de landbouw en omwonenden is schade die mogelijk kan ontstaan aan gewassen en woningen door veranderingen van grondwaterstanden en kwel als gevolg van veranderingen van het peil op de Grevelingen. De mogelijke schade voor het aspect 'landbouw en omwonenden' kan worden onderverdeeld in:

- natschade;
- droogteschade;
- zoutschade.

De aanpassingen van het peilbeheer op de Grevelingen bestaat uit drie verschillende componenten:

- een aanpassing van het middenpeil;
- het terugbrengen van getij;
- en incidentele waterberging.

In de bijlage (hoofdstuk 9 van deel B) staat de onderbouwing van de effectbeschrijving van deze drie componenten.

Referentie

In de huidige situatie is de Grevelingen een zout meer met een middenpeil van NAP - 0,20 m. Het diepere grondwater in de aangrenzende gebieden is over het algemeen zout. Dit is het gevolg van omstandigheden in het verleden. De zoetzoutverdeling in de ondergrond is echter niet in evenwicht. Dit betekent dat er autonome verzilting van het grondwater kan optreden (TNO, 2007). Boven het zoute kwelwater drijft een hoeveelheid zoet water, de zogenaamde regenwaterlens, waardoor er nauwelijks zoutschade is aan de gewassen, ondanks het feit dat op sommige percelen zeer ondiep grondwater met hoge chloridengehaltes voorkomt.

De verwachting is dat in de toekomst neerslag en verdamping zullen veranderen door klimaatverandering. Daarnaast kan bodemdaling optreden en is er sprake van verdergaande verzilting van het grondwater. Deze processen kunnen van invloed zijn op droogteschade, natschade en zoutschade. Deze autonome ontwikkelingen maken deel uit van alle alternatieven en zijn derhalve niet onderscheidend en worden daarom niet beoordeeld.

Effecten van verandering middenpeil

Een onderdeel van alternatief 1 is de open verbinding in de Grevelingendam waardoor het peil van de Grevelingen gelijk wordt getrokken met het peil van het Volkerak-Zoommeer. Voor de Grevelingen betekent dit een stijging van de middenstand met 10 cm van NAP - 0,20 m naar NAP - 0,10 m. Deze peilstijging zal binnendijs hogere grondwaterstanden en een toename van de kwel kunnen veroorzaken. De toename van de kwel zal in droge periodes leiden tot enige afname van de droogteschade, doordat de zoetwaterlens iets omhoog wordt gedrukt. In natte periodes kan de grondwaterstand iets hoger worden in een beperkte zone vlak langs de dijk. Naar verwachting zullen de grondwaterstandsverhogingen en de effecten daarvan op woningen en gewassen zeer gering zijn (beoordeling '0' op nat- en droogteschade). Overigens ligt de nieuwe middenstand lager dan de middenstand voor afsluiting van de Grevelingen. Ook in het verleden was landbouw op basis van de regenwaterlens mogelijk. Verwacht wordt daarom dat alternatief 1 ook niet zal leiden tot significante toename van zoutschade door de middenstandverhoging. Voor alle andere alternatieven blijft de middenstand gelijk aan de huidige middenstand, zodat ook in die alternatieven geen schade aan woningen en landbouwgewassen te verwachten is.

Getijslag

In alternatieven 1, 2 en 3 is er sprake van een gemiddelde getijslag van 0,50 m. In de huidige situatie is er geen (of nauwelijks) sprake van getijdenwerking. Van oorsprong was de Grevelingen echter een zeearm met een getijslag van circa 2,5 m. Dit betekent dat slechts een klein deel van de oorspronkelijk getijslag terugkomt. De nieuwe situatie ligt tussen de huidige (geen getij) en historische situatie (2,5 m getijslag) in. In de onmiddellijke omgeving van de dijk kan tijdens vloed enige extra kwel optreden ten opzichte van de huidige situatie, en tijdens eb neemt de kwel weer af. Behalve op zeer lokale schaal worden er geen significante effecten verwacht op droogte-, nat- en zoutschade door de getijslag.

Waterberging

In de alternatieven 1, 2, en 4 wordt de Grevelingen geschikt gemaakt voor incidentele waterberging. Ten behoeve van waterberging (kans 1/1.400 per jaar tot 1/10 per jaar in 2100) gaan we uit van een peil in de Grevelingen dat gedurende 5 dagen op een hoogte staat van NAP + 2 m. Dit is een bovengrens benadering, waarbij de getijdencentrale in de Brouwersdam niet wordt ingericht als pomp. Een hoger peil betekent een hogere stijghoogte in het watervoerend pakket en daarmee samenhangend een verhoogde kweldruk. Verwacht wordt dat het effect hiervan (een stijghoogteverandering van meer dan 0,05 m) zich binnen vijf dagen zal uitspreiden tot circa 2 km landinwaarts. Nabij de dijk kan tijdelijk forse kwel

optreden. Op grotere afstand zal er een mindere toename van de kwel zijn. Na daling van het peil in het meer naar het te handhaven middenpeil zal het effect op stijhoogten en kwel naar verwachting binnen een periode van 5 dagen weer zijn verdwenen. Dit betekent dus een matige tot forse kweltoename gedurende een periode van maximaal 10 dagen. Dit kan leiden tot een toename van natschade in een zone van 2 km langs de Grevelingen. De kans van optreden van waterberging is echter gering, maar wanneer het optreedt kan dit een significante nadelige invloed hebben op de gewasopbrengst in gebieden nabij de dijk, indien de waterberging optreedt in het groeiseizoen. Overigens treden stormen op zee en hoogwaters op de rivieren, waarvoor de berging bedoeld is, doorgaans in de winter en het vroege voorjaar op, dus buiten het groeiseizoen. Daarnaast is in bovenstaande nog niet meegenomen dat alternatief 1, 2 en 3 een pomp bevatten, wat een positieve invloed heeft op de hoogwaterveiligheid. In deze alternatieve kan worden voorgemalen en kan het water weg worden weggepompt, waardoor de periode van waterberging korter is en het water minder hoog komt te staan. De kans op schade door de waterberging wordt daarom als zeer gering beoordeeld (0).

Tabel 5.8. Overzicht effectbeschrijving landbouw en omwonenden

	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volke- rak-Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volke- rak-Zoommeer	3 Grevelingen als losstaande gebiedsont- wikkeling	4 waterber- ging Greve- lingen	5 Grevelingen zonder zuur- stofprobleem
natschade	0	0	0	0	0	0
droogteschade	0	0	0	0	0	0
zoutschade	0	0	0	0	0	0

Uit de tabel kan geconcludeerd worden dat de binnendijkse effecten gering zijn ten opzichte van de referentie en ook niet onderscheidend.

Beschouwing scenario zeespiegelstijging

In de komende decennia wordt een zeespiegelstijging verwacht (autonome ontwikkeling). Stijging van de zeespiegel betekent dat het middenpeil in het Grevelingenmeer zal meestijgen. Voor het jaar 2100 wordt uitgegaan van een stijging van de middenstand op de Grevelingen van 0,40 m voor de alternatieven zonder getijdencentrale en van 0,85 m voor de alternatieven met getijdencentrale. Door deze peilstijging wordt de middenstand hoger en zal rekening gehouden moeten worden met toename van kwel en verzilting in een zone langs de Grevelingen. De toename van kwel en verzilting leidt zonder mitigerende maatregelen tot hogere grondwaterstanden onder woningen en tot opbrengstdepressies in de landbouw door natschade bij de alternatieven 1, 2 & 3..

Mitigerende maatregelen

Mogelijk mitigerende maatregelen voor toename van kwel en verzilting zijn het aanbrengen van drainage (kwelsloten), de aanvoer van zoet water naar Schouwen-Duiveland, bij voorkeur via een gescheiden aanvoersysteem voor zoet water en afvoersysteem voor brak water. Een andere aanpak is dat de landbouw gaat overschakelen op meer zouttolerante gewassen in de toekomst. Al deze mitigerende maatregelen hangen echter samen met zeespiegelstijging (autonome ontwikkeling) en niet met het voornemen om een doorlaatmiddel en getijdencentrale in de Brouwersdam te bouwen. Hier moet bij worden vermeld dat vanwege de keuze van een getijdencentrale een hoger peil noodzakelijk is (45 cm hoger), waardoor de effecten ook groter zijn dan wanneer er geen getijdencentrale aanwezig zou zijn. Naar verwachting zullen er dan ook meer mitigerende maatregelen nodig zijn voor de alternatieven met getij (1,2 & 3).

5.8. Landschap en cultuurhistorie

Motivering beoordelingscriteria

Het thema landschap kan worden onderscheiden in de facetten fysisch-geografisch landschapstype, ruimtelijk visuele kenmerken (openheid) en aardkundige waarde. In het plangebied zijn echter geen aardkundige monumenten benoemd, waardoor effecten op aardkundige waarden niet mogelijk zijn. Het thema cultuurhistorie wordt volgens de handreiking Cultuurhistorie in m.e.r (RCE, 2009) onderverdeeld in de facetten historische geografie, historische (steden)bouwkunde en archeologie. De voorgenomen activiteit betreft het aanpassen van enkele dammen uit de tweede helft van de 20^{ste} eeuw. Als zodanig zijn het geen monumentale bouwwerken of structuren. Evenwel worden de effecten op de objecten benoemd bij historische geografie. Daarnaast worden de mogelijke effecten op de archeologische waarden in de buitendijkse gebieden onderzocht.

Samenvatting effectbeschrijving

Alternatief 1, 2 en 3 zijn ten opzichte van het referentiealternatief positief beoordeeld voor het fysisch-geografische landschapstype, vanwege de invoering van getij.

In de Grevelingenvisie wordt voorgesteld het zicht vanaf de Grevelingendam weer tweezijdig terug te brengen door houtopslag te verwijderen. Hierdoor kunnen de recreanten en de automobilisten op de dam weer de dam beleven met aan twee zijden uitzicht op het water. Dit geldt voor de alternatieven 1, 2 en 3 en wordt op het criterium 'verandering van ruimtelijk visuele kenmerken' als positief beoordeeld.

Alternatief 1 is negatief beoordeeld op historisch-geografische patronen, elementen en ensembles, omdat met de open verbinding in de Grevelingendam het noordwestelijk deel van de dam haar functie verliest. In de andere alternatieven is dat niet zo.

De erosie-effecten van de alternatieven 1, 2 en 3 door de getijdencentrale kunnen effecten hebben op archeologische (verwachte) waarden. Voornamelijk is dit in deze alternatieven negatief beoordeeld. De alternatieven hebben geen effecten op ruimtelijke-visuele kenmerken.

De alternatieven 4 en 5 hebben helemaal geen effecten op dit thema.

Zoals uit de tabel blijkt scoren de alternatieven 1, 2 en 3 nagenoeg gelijk op het thema landschap en cultuurhistorie. Er zijn positieve effecten door het terugbrengen van getij en het visueel vrij maken van de Grevelingendam, maar negatieve effecten door mogelijke erosie en het openen van de Grevelingendam. Dit alles overziende kan geconcludeerd worden dat het thema landschap en cultuurhistorie geen doorslagende argumenten biedt voor de keuze van een van de alternatieven.

Tabel 5.9. Overzicht effectbeschrijving landschap en cultuurhistorie

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Vol- kerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak- Zoommeer	3 Grevelingen als los- staande ge- biedsont- wikkeling	4 waterberging Grevelingen	5 Grevelingen zonder zuur- stofpro- bleem
verandering van fysisch- geografische landschapstype	0	+	+	+	0	0
verandering van ruimtelijk vi- suele kenmerken	0	+	+	+	0	0
verandering van historisch- geografische patronen, ele- menten en ensembles	0	-	0	0	0	0
verandering van archeologi- sche elementen	0	-	-	-	0	0

5.9. Niet onderscheidende aspecten

Verkeer

De toename van recreanten en toeristen zal leiden tot een toename van het verkeer (zie hoofdstuk 11 in het bijlagenrapport, deel B). De verwachte toename van verkeer in de alternatieven zal niet leiden tot nieuwe capaciteitsknelpunten of nieuwe of verergerde veiligheidsknelpunten, aangezien de toename klein is ten opzichte van de huidige restcapaciteit in het gebied. Daarom is dit criterium niet onderscheidend voor de alternatieven. Geluid, licht en lucht.

Geluid, licht, luchthinder

In de alternatieven zorgt een toename in verkeer en scheepvaart en de aanleg van de getijdencentrale voor een beperkte geluidstoename. Daarnaast is er sprake van een tijdelijke toename in geluid tijdens de aanleg van de doorlaat met getijdencentrale in de Brouwersdam, de verbinding voor recreatievaart en de doorlaat in de Grevelingendam. Deze effecten zijn echter al beschreven in andere hoofdstukken, niet significant of pas relevant in de planuitwerkingsfase. Per aspect wordt dit kort toegelicht. De alternatieven veroorzaken geen significante licht- en luchthinder.

De toename van geluidshinder voor bebouwingsconcentraties is niet significant. De verwachte stijging van de verkeersintensiteiten in de alternatieven is minder dan 3 % van de etmaalintensiteiten tijdens zomerdrukke.

De recreatievaart geeft een toename van geluid op de Grevelingen. De effecten op de ecologie zijn wel significant, maar zijn al beschreven in het betreffende hoofdstuk. Significante effecten voor omwonenden worden niet verwacht.

De getijdencentrale kan onderwatergeluid veroorzaken, met mogelijk negatieve effecten voor de ecologie. Deze effecten zullen alleen lokaal optreden, beperkt tot maximaal 100 m rondom de centrale. Het geluid is afhankelijk van het ontwerp van de centrale. In de planuitwerkingsfase moeten deze effecten in beeld worden gebracht en waar nodig gemitigeerd.

De aanleg van de bouwstenen kan geluidsoverlast veroorzaken voor ecologie en omwonenden. In de planuitwerkingsfase moeten mogelijke effecten in beeld worden gebracht en waar nodig gemitigeerd.

Veiligheid van waterkeringen

De veiligheid van waterkeringen nu en in de toekomst is een randvoorwaarde voor alle waterkeringen. In die zin is dit criterium voor de planMER niet onderscheidend. Alle waterkeringen moeten voldoen aan de wettelijke normen. Echter, in de alternatieven 1, 2 en 4 wordt de Grevelingen als waterberging gebruikt, waardoor incidenteel waterstandverhogingen van meer dan 1,5 m kunnen optreden. In de MKBA is er vanuit gegaan dat bij het inzetten van de Grevelingen voor waterberging aanpassingen nodig zijn aan de bestaande waterkeringen rond de Grevelingen. Deze extra investeringen zijn geraamd op 10 miljoen euro (Bulthuis *et al.*, 2010).

Externe veiligheid

Het aspect externe veiligheid heeft betrekking op gebruik, opslag en transport van gevaarlijke stoffen. Aangezien de getijdencentrale geen gevaarlijke stoffen zal gebruiken of opslaan, is dit aspect niet relevant voor deze MIRT Verkenning Grevelingen.

6. INTEGRALE EFFECTVERGELIJKING TUSSEN ALTERNATIEVEN

6.1. Overzicht van effecten en conclusies op hoofdlijnen

In tabellen 6.1 en 6.2 staat het totaaloverzicht van alle effecten, zoals die in hoofdstuk 5 zijn beschreven en beoordeeld. Op basis van de twee beoordelingstabellen en de teksten uit de vorige hoofdstukken kunnen op hoofdlijnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. de alternatieven 1, 2 en 3 met doorlaatmiddel in de Brouwersdam geven een zeer goede verbetering van de zuurstofhuishouding in de Grevelingen. Ecologisch gezien profiteren bodemdieren, bodemvissen en bodemdieretende vogels van deze verbetering, alsmede de recreatie en de visserij;
2. de Passende Beoordeling laat zien dat de effecten op Natura 2000-doelen voor de meeste instandhoudingsdoelen neutraal tot positief zijn. Hierop zijn echter enkele belangrijke uitzonderingen. Door de herintroductie van getij in de alternatieven 1, 2 en 3 overstromen laaggelegen gebieden die nu niet of slechts zeer zelden overstromen. Dit heeft zonder mitigerende maatregelen negatieve effecten op het broedbiotoop van kustbroedvogels, op vochtige duinvalleien en de groenknolorchis en op het voedselbiotoop van grauwe gans en kolgans. Ook incidentele waterberging in de alternatieven 2 en 4 leidt tot overstroming van gebieden met zout water. Dit heeft negatieve effecten op grijze duinen, duindoornstruwelen, kruipwilgstruwelen, vochtige duinvalleien, ruigten en zomen, groenknolorchis en noordse woelmuis. Omdat waterberging naar verwachting buiten het broedseizoen optreedt, zijn er geen negatieve effecten op kustbroedvogels. De negatieve effecten op instandhoudingsdoelen van Natura 2000 vormen een belangrijk risico bij de vergunningverlening in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Bij de verdere uitwerking van het voorkeursalternatief dient te worden bekeken in hoeverre met mitigerende maatregelen negatieve effecten zijn te voorkomen;
3. ook alternatief 5 met de kunstmatig opgewekte verticale waterbeweging om de stratificatie op te heffen, laat gunstige effecten op de zuurstofhuishouding zien en als spin-off daarvan op de soorten die afhankelijk zijn van het bodemleven, de recreatie en de visserij;
4. de drie alternatieven met doorlaatmiddel en getijdencentrale verschillen relatief weinig van elkaar. Dat komt doordat alle drie de alternatieven van dezelfde gemiddelde getijslag uitgaan. Hierdoor zijn de meeste natuureffecten gelijk en ook de energieopwekking is in alle drie alternatieven gelijk. Het geringe verschil tussen de alternatieven komt doordat in een eerder stadium, in de Verkenning Grevelingen Water en Getij, diverse opties voor de getijslag al zijn onderzocht. Uit dat onderzoek kwam een gemiddelde getijslag van 50 cm als meest kansrijk naar voren (zie ook hoofdstuk 2 in het bijlagenrapport, deel B);
5. de belangrijkste onderscheidende elementen tussen de eerste drie alternatieven zijn:
 - alternatief 3 biedt geen ruimte voor waterberging op de Grevelingen. Hierdoor scoort alternatief 3 slechts neutraal op het thema hoogwaterveiligheid, omdat het geen oplossing biedt voor de hoogwaterproblematiek. Dit is het meest zwaarwegende onderscheid, omdat uit de MKBA is gebleken dat het gebruik van de Grevelingen als hoogwaterberging aanzienlijke baten met zich meebrengt;
 - door de permanente opening in de Grevelingendam scoort alternatief 1 negatief op de nutriënten en als gevolg daarvan op zeesla. Alternatieven 2 en 3 scoren op de nutriënten minder slecht dan alternatief 1, omdat de opening in de Grevelingen het grootste deel van de tijd gesloten is en de Grevelingen dus niet met het Volkerak-Zoommeer in open verbinding komt te staan;
 - alternatief 1 heeft een opening in de Grevelingendam en dat wordt negatief beoordeeld op het criterium 'verandering van historisch-geografische patronen, elementen en ensembles' onder het thema landschap en cultuurhistorie. Echter, in de tekst

- bij de beoordeling is geconstateerd dat dit effect niet doorslaggevend voor de keuze van het voorkeursalternatief hoeft te zijn;
- op alle andere criteria is er geen onderscheid tussen de eerste drie alternatieven;
6. de alternatieven met doorlaatmiddel en getijdencentrale in de Brouwersdam scoren neutraal (0) op de strandrecreatie, omdat het directe effect van het doorlaatmiddel en getijdencentrale is dat 550 m lengte van de Brouwersdam voor de recreanten niet wordt aangetast. Wel zal een veiligheidszone noodzakelijk zijn, vergelijkbaar met de Oosterscheldedam en de Haringvlietsluizen, waardoor de ruimte op het water voor de recreant iets wordt ingeperkt;
 7. de morfologische effecten van de getijdencentrale op de stranden van Schouwen-Duiveland en Goeree lijken beperkt;
 8. de morfologische effecten van de getijdencentrale op de Bollen van de Ooster lijken gunstig, omdat het plaatoppervlak in de toekomst toeneemt;
 9. erosie van de onverdedigde oevers zal door de getijdenwerking in alternatieven 1, 2 en 3 toenemen. Het kan noodzakelijk zijn om een aantal onbeschermde oevers in de toekomst te gaan beschermen;
 10. alternatief 4 heeft geen positieve effecten voor het functioneren van de Grevelingen als ecosysteem en de spin-off die daaruit voort komt voor recreatie en visserij. Het is een eenzijdig alternatief, puur gericht op de waterbergingsopgave. Een belangrijk nadeel van de hoogwaterberging is dat incidenteel een schijf van zoetwater van 1,5 tot 2 m op de Grevelingen kan komen te staan. Voor bodemdieren kan het een probleem zijn als het water waarin ze leven tijdelijk zoet wordt. Voor vissen en zeezoogdieren is het tijdelijk zoet worden van het water geen groot probleem. Voor de Noordse woelmuis is het optreden van een dergelijk grote inundatie desastreus. Veel dieren zullen verdrinken;
 11. de effecten voor de landbouw, geluid, lucht en licht, verkeer en externe veiligheid zijn zeer gering en niet onderscheidend voor de keuze van een voorkeursalternatief;
 12. verstoring van zeezoogdieren en vogels op de platen in de Voordelta en Grevelingen kan toenemen onder invloed van de toename van het aantal recreanten dat naar de Grevelingen komt ten gevolge van de voorgestelde investeringen. In de huidige praktijk zijn er al toegangsverboden op diverse platen die als rustgebied voor zeehonden en vogels zijn aangewezen. Het is belangrijk dat dit beleid in de toekomst gecontinueerd en gehandhaafd wordt. Dit geldt voor alle alternatieven en is derhalve niet onderscheidend;
 13. de peilstijgingen op de Grevelingen onder invloed van zeespiegelstijging (0,85 m voor alternatieven 1, 2 en 3 en 0,40 m voor de referentie en alternatieven 4 en 5) zijn veel groter dan de invloed van een gemiddelde getijslag van 0,50 m, waarbij het maximum peil slechts 0,25 m boven het middenpeil uitkomt. De zeespiegelstijging heeft daardoor grote invloed op de platen en slikken in de Grevelingen, die voor een groot deel onderwater zullen lopen. De oeververdedigingen, die zijn aangelegd met een kruinhoogte op ongeveer NAP, zullen in de toekomst opgehoogd moeten worden. De effecten van zeespiegelstijging zijn groter dan de effecten van de gemiddelde getijslag van de alternatieven 1, 2 en 3.

Tabel 6.1. Overzicht effectbeschrijving van de vijf projectdoelen

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak-Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak-Zoommeer	3 Grevelingen gebiedsontwikkeling	4 waterberging Grevelingen	5 Grevelingen en effectbestrijding
hoogwaterveiligheid						
bergingscapaciteit Grevelingen	0	++	++	0	+	0
waterkwaliteit en ecologie						
waterkwaliteit						
zuurstof	0	++	++	++	0	++
nutriënten	0	0 (P) en - (N) ¹	0	0	0	0
zoutgehalte	0	+	0/-	0	0/-	0
zoutgradiënt	0	+	0	0	0	0
doorzicht	0	-	0	0	0	0
temperatuur en pH	0	0	0	0	0	0
algenbloei	0	- ¹	- ¹	- ¹	0	0
zeesla	0	- ¹	0	0	0	0
zeegras	0	+	0	0	0	0
ecologie						
bodemdieren	0	+	+	+	0/-	+
vissen	0	+/- ²	+/- ²	+/- ²	0	0/+
vegetatie	0	+ en -	+ en -	+ en -	0	0
kustbroedvogels	0	-	-	-	0	0
visetende vogels	0	+	+	+	0	0/+
bodemdieretende vogels	0	+	+	+	0	+
plantenetende vogels	0	+ en -	+ en -	+ en -	0	0
zeezoogdieren	0	0	0	0	0	0
noordse woelmuis	0	0	+/- ³	0	+/- ³	0
areaal intergetijdengebied (ha)	0	+	+	+	0	0
getijdenenergie						
energieopbrengst	0	++	++	++	0	0
CO ₂ -emissie	0	++	++	++	0	0
spin-off van innovatie	0	++	++	++	0	0
recreatiemogelijkheden voor:						
duikers	0	++	++	++	0	+
oeverrecreatie	0	++	++	++	0	+
verblijfsrecreatie	0	+	+	+	0	+
recreatievaart	0	++	+	+	0	0
sportvisserij	0	+	+	+	0	0/+
strandrecreatie	0	-	-	-	0	0

¹ De waarde van deze variabelen neemt toe, wat als negatief wordt beoordeeld.

² Afhankelijk van het effect van de getijdencentrale. Er worden scherpe eisen gesteld aan het ontwerp van de getijdencentrale ten aanzien van vissterfte. Hieruit kan op voorhand niet geconcludeerd worden dat er negatieve effecten optreden voor zeldzame soorten.

³ Afhankelijk van de herhalingsstijd van de waterberging.

Tabel 6.2. Overige effecten

criteria	0 referentie	1 duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak- Zoommeer	2 duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak- Zoommeer	3 Grevelingen ontwikke- ling	4 waterber- ging Greve- lingen	5 Grevelingen en effectbe- strijding
morfodynamiek						
verandering van areaal oevers en platen Grevelingen	0	-	-	-	0	0
verandering van areaal Bollen van de Ooster	0	+	+	+	0	0
verandering bodemligging rondom doorlaten Brouwersdam en Grevelingendam	0	0	0	0	0	0
verandering strand Brouwersdam	0	0	0	0	0	0
beroepsvisserij						
oestervisserij	0	+	+	+	0	+
mogelijkheden mosselteelt	0	++	++	++	0	0
aal- en kreeftvisserij	0	0	0	0	0	+
landbouw						
natschade	0	0	0	0	0	0
droogteschade	0	0	0	0	0	0
zoutschade	0	0	0	0	0	0
landschap en cultuurhistorie						
verandering van fysisch-geografische landschapstype	0	+	+	+	0	0
verandering van ruimtelijk visuele kenmerken	0	+	+	+	0	0
verandering van historisch-geografische patronen, elementen en ensembles	0	-	0	0	0	0

6.2. Leemten in kennis

In de effectbeschrijvingen van hoofdstuk 5 en het bijlagenrapport is op diverse plaatsen aangegeven waar kennis en gegevens ontbreken om een adequate inschatting van effecten te geven. Over ecologie en morfologie is al veel bekend. Voor deze planMER is dankbaar gebruik gemaakt van de beschikbare gegevens en modellen, maar ecologie en morfologie blijven moeilijke vakgebieden waarvoor het doen van voorspellingen met grote onzekerheden omgeven is. Monitoring van morfologie en ecologie is derhalve belangrijk om trends in de delta goed te kunnen volgen. Concrete kennishiaten die deze planMER heeft opgeleverd zijn de volgende:

- de bediening van de getijdencentrale heeft invloed op de vorm van de getijkromme die op de Grevelingen ontstaat. Om de energieproductie te maximaliseren zal bij vloed de waterstand op de Grevelingen zo lang mogelijk laag gehouden worden om een zo groot mogelijk verval over de Brouwersdam te laten ontstaan. Bij eb zal de waterstand op de Grevelingen om dezelfde reden zo lang mogelijk hoog gehouden worden. Een getijdencentrale vervormt dus de getijkromme op de Grevelingen. Met dit effect is in de

- ecologische beoordelingen nog geen rekening gehouden. Het verdient aanbeveling om ten eerste de vorm van de getijkromme die op de Grevelingen gaat ontstaan te onderzoeken en vervolgens te onderzoeken of dat ecologische gevolgen heeft;
- onduidelijk is in welke mate de getijdencentrale onderwatergeluid veroorzaakt en wat de gevolgen daarvan zijn op het leven in het water (verstoring door geluid). Aanbevolen wordt in de planuitwerkingsfase deze effecten nader te onderzoeken en waar nodig mitigerende maatregelen te ontwerpen;
 - duidelijk is dat de bellenschermen niet de gehele zuurstofloosheid in de Grevelingen op kunnen lossen. Het is echter onduidelijk in hoeverre de bellenschermen effectief kunnen zijn in de Grevelingen;
 - mogelijk is de hevelturbine beter voor de ecologie dan de bulbturbine, omdat er minder sterfte onder vissen en andere zeedieren verwacht worden bij de hevelturbines dan bij de traditionele bulbturbines. Deze verwachting kan echter nog niet met onderzoek onderbouwd worden en zou verder moeten worden onderzocht;
 - op planMER niveau is het niet mogelijk om locatiespecifiek de negatieve effecten van zoute kwel te bepalen. Over het algemeen worden de negatieve effecten als beperkt ingeschat, maar omdat de kweldruk en de aanwezige regenwaterlens van locatie tot locatie kunnen verschillen is het niet uitgesloten dat er lokaal schade optreedt. In het vervolgtraject kan dit verder uitgezocht worden. Ook de consequenties van de alternatieven voor de afwatering van de polders Schouwen en Dreischor zouden beter moeten worden uitgezocht.
 - Voor het vervolg is het belangrijk dat er aanvullend onderzoek wordt uitgevoerd naar het nut van waterberging voor de veiligheid van het benedenrivierengebied waarbij gekeken wordt naar alle veiligheidsaspecten / faalmechanismen. Hierbij dienen er inhoudelijke vragen te worden beantwoord naar de modellering van de stormopzetduur. De uitkomsten van de MIRT Verkenning Grevelingen kunnen worden aangescherpt door: 1) MHW berekeningen uit te voeren met de in het Deltaprogramma bepaalde stormopzetduur van 35 uur. Het is hierbij van groot belang om naast de MHW berekeningen ook een aantal reële situaties door te rekenen; 2) Op basis van bovenstaande berekeningen kunnen (de afmetingen van) de kunstwerken verder worden geoptimaliseerd en een LCC kostenraming worden gemaakt. Dit geldt voor de doorlaat in de Grevelingendam en de Volkerak-Sluizen en de pompfunctie van de getijdencentrale in de Brouwersdam. De doorlaat in de Grevelingendam dient tevens te worden ontworpen als doorlaat opening waarmee onder dagelijkse omstandigheden het Volkerak-Zoommeer kan worden ververst; 3) Met de nieuwe gegevens kunnen de effecten van waterberging nauwkeuriger in beeld worden gebracht. En kan een aangescherpte analyse van de veiligheid "Rivierdijkverhoging" versus "waterberging Volkerak-Zoommeer én Grevelingen" worden gemaakt.
 - een laatste factor van onzekerheid is hoe toeristen gaan reageren op de veranderingen in de Grevelingen. Dit is moeilijk te voorspellen en kan dus anders (zowel beter als slechter) uitpakken dan verwacht.