

KRW doelaflleiding Grevelingen en Volkerak

Afleiden MEP/GEP en effectinschatting voor
de MER-RGV



K. Dideren
D. Wielakker
W. Lengkeek



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

KRW doelafleiding Grevelingen en Volkerak

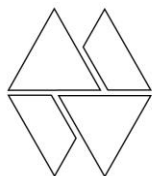
Afleiden MEP/GEP en effectinschatting voor de MER-RGV

K. Didden
D. Wielakker
W. Lengkeek

KRW doelaflleiding Grevelingen en Volkerak

Afleidn MEP/GEP en effectinschatting voor de MER-RGV

K. Didden
D. Wielakker
W. Lengkeek



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

opdrachtgever: Rijkwaterstaat Zee en Delta

5 februari 2014
rapport nr. 14-001

Status uitgave: eindrapport
Rapport nr.: 14-001
Datum uitgave: 5 februari 2014
Titel: KRW doelafleiding Grevelingen en Volkerak
Subtitel: Afleiden MEP/GEP en effectinschatting voor de MER-RGV
Samenstellers: Drs. K. Diddersen
Drs. D. Wielakker
Dr. W. Lengkeek
Foto's omslag: Bureau Waardenburg bv
Aantal pagina's inclusief bijlagen: 88
Project nr.: 13-699
Projectleider: Drs. K. Diddersen
Naam en adres opdrachtgever: Rijkswaterstaat Zee en Delta
Postbus 5014 4330 KA Middelburg
Referentie opdrachtgever: Zaakid 31089328/ bestelnr 4500219728/04 12 2013
Akkoord voor uitgave: Teamleider Aquatische ecologie Bureau Waardenburg bv
drs. A. Bak



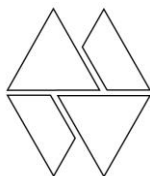
Paraaf:

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv.
Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / RWS Zee en Delta

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

In het kader van de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer (RGV) wordt gewerkt aan plannen voor een toekomstbestendige inrichting (20-30 jaar) van deze gebieden ten aanzien van het waterbeheer. Het gaat daarbij onder andere om wel of geen getij in het Grevelingenmeer, en wel of geen getij in het Volkerak.

In MER-RGV worden verschillende varianten naast elkaar gezet. Varianten waarbij in de toekomst wezenlijke systeemveranderingen optreden hebben als consequentie dat ook de doelen voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) opnieuw afgeleid moeten worden.

Voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen moet een Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) en het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) worden afgeleid. Het MEP is het hoogst haalbare, vergelijkbaar met de 'referentie' voor deze wateren. Het GEP is daarvan afgeleid. Dat is de norm waar de waterbeheerders naar toe moeten werken. Voorliggend rapport betreft het afleiden van MEP en GEP voor de Grevelingen en het Volkerak voor 3 varianten waarbij een combinatie van maatregelen in de toekomst zal leiden tot een wezenlijke watersysteemverandering (wijziging watertype).

Overzicht van varianten en bijbehorende watertypen. M20: Matig grote diepe gebufferde meren, M32: Grote Brakke tot zoute meren, O2: Estuarium met matig getijverschil, K2: Kustwater, beschut en polyhalien.

Variant	Huidig	Grevelingen	Volkerak
		M32	M20
1: Getij op de Grevelingen		K2	M20
2: Getij op aaneengesloten Grevelingen en VZM		O2	O2
3: Getij op Volkerak Zoommeer via Oosterschelde		M32	O2

Het onderzoek is uitgevoerd door een projectteam van Bureau Waardenburg bestaande uit Karin Diddersen en Dille Wielakker. Kwaliteitsborging is uitgevoerd door Wouter Lengkeek en Arjenne Bak

Het project is vanuit de opdrachtgever begeleid door René Boeters en Paul Paulus (RWS Zee en Delta). Daarnaast is er een inhoudelijke bijdrage geleverd door Dick de Jong (RWS Zee en Delta), Marcel van den Berg en Marieke Ohm (RWS WV). Wij willen iedereen hartelijk bedanken voor hun bijdrage aan dit project.

Inhoud

Voorwoord	3
Inhoud	5
1 Inleiding	7
2 Methode.....	9
3 KRW maatlatten voor O2 en K2	17
4 Doelafleiding Grevelingen	25
5 Doelafleiding Volkerak.....	45
6 Discussie en aanbevelingen.....	61
7 Effectinschatting KRW	65
8 Literatuur	83
Bijlage 1 Stappenplan doelafleiding.....	87

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De waterkwaliteit van het Volkerak-Zoommeer en het Grevelingenmeer dient verbeterd te worden. Tevens is men op zoek naar aanvullende waterberging voor de rivieren. In het kader van de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer (RGV) wordt gewerkt aan plannen voor een toekomstbestendige inrichting (20-30 jaar) van deze gebieden ten aanzien van het waterbeheer. Het gaat daarbij onder andere om wel of geen getij in het Grevelingenmeer, en wel of geen getij in het Volkerak.

De 'MIRT-verkenning Grevelingen' en de 'MER-planstudie waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer' worden gebundeld en samen met aanvullende kennis gebruikt voor het opstellen van de MER-RGV. In deze MER worden verschillende varianten naast elkaar gezet. Varianten waarbij in de toekomst wezenlijke systeemveranderingen optreden hebben als consequentie dat ook de doelen voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) opnieuw afgeleid moeten worden.



Figuur 1. Situering van de Grevelingen en het Volkerak in de Zeeuwse Delta (Bron: MIRT verkenning Grevelingen 2012).

1.2 Doel

Voorliggend rapport betreft het afleiden van de in de KRW gehanteerde GEP's (Goed Ecologisch Potentieel) voor de Grevelingen en het Volkerak voor 3 varianten waarbij een combinatie van maatregelen in de toekomst zal leiden tot een wezenlijke watersysteemverandering (wijziging watertype) (Tabel 1).

Tabel 1 Overzicht van varianten en bijbehorende watertypen. M20: Matig grote diepe gebufferde meren, M32: Grote Brakke tot zoute meren, O2: Estuarium met matig getijverschil, K2: Kustwater, beschut en polyhalien.

Variant		Grevelingen	Volkerak
	Huidig	M32	M20
1: Getij op de Grevelingen		K2	M20
2: Getij op aaneengesloten Grevelingen en VZM		O2	O2
3: Getij op Volkerak Zoommeer via Oosterschelde		M32	O2

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de methode toegelicht. In hoofdstuk 3 is achtergrondinformatie over de natuurlijke referenties en maatlatten voor kust- en overgangswateren (K2 en O2) opgenomen. In hoofdstuk 4 staat de doelafleiding voor de Grevelingen beschreven. In hoofdstuk 5 de doelafleiding voor het Volkerak. In hoofdstuk 6 zijn enkele discussiepunten en aanbevelingen aangaande de doelafleiding opgenomen. In hoofdstuk 7 staat een inschatting van de effecten van de 3 varianten op KRW kwaliteitselementen en de haalbaarheid van de voorgestelde waarden voor het GEP in de Grevelingen en het Volkerak.

2 Methode

2.1 Varianten en alternatieven

In de RGV-natuureffectstudie (Botman & Bijlmer in voorbereiding) wordt gesproken over 8 alternatieven met 3 varianten en 5 opties (zie tekstbox 1).

Voor de uitwerking van de KRW zijn de belangrijkste systeemveranderingen binnen deze alternatieven op hoofdlijnen:

- 1: Getij op de Grevelingen
- 2: Getij op aaneengesloten Grevelingen en VZM
- 3: Getij op Volkerak Zoommeer via Oosterschelde

De doelafleiding is gericht op bovenstaande 3 varianten. De koppeling tussen de 3 hoofdvarianten en de 8 alternatieven is weergegeven in Tabel 2.1

Tabel 2.1 Overzicht van varianten en bijbehorende watertypen en alternatieven. M20: Matig grote diepe gebufferde meren, M32: Grote Brakke tot zoute meren, O2: Estuarium met matig getijverschil, K2: Kustwater, beschut en polyhalien.

Variant	Grevelingen	Volkerak	Alternatief*
1: Getij op de Grevelingen	K2	M20	3, 6
2: Getij op aaneengesloten Grevelingen en VZM	O2	O2	5OV,8
3: Getij op Volkerak Zoommeer via Oosterschelde	M32	O2	2,7

** Voor alternatief 1 en 4 is een nieuwe doelafleiding niet relevant, omdat het watertype niet verandert. Alternatief 5 is een combinatie van variant 1 en 3.*

Textbox 1: Alternatieven waterhuishouding Volkerak-Zoommeer en Grevelingen in Notitie reikwijdte en detailniveau (Ministerie van Infrastructuur en Milieu 2013)

1. Referentie: geen getij, beperkte waterberging en zoet Volkerak-Zoommeer
2. Volkerak-Zoommeer zout en getij
3. Grevelingen getij
4. Grevelingen aanvullende waterberging
5. Volkerak-Zoommeer en Grevelingen zout en getij
- 5OV. Volkerak-Zoommeer en Grevelingen zout en getij via Noordzee en open verbinding
6. Grevelingen getij en aanvullende waterberging
7. Volkerak-Zoommeer zout en getij en Grevelingen aanvullende waterberging
8. Volkerak-Zoommeer en Grevelingen verbonden, zout en getij via Noordzee, met aanvullende waterberging

Varianten en opties

Voor de acht alternatieven, samengesteld op basis van deze maatregelen, zijn in de Notitie reikwijdte en detailniveau de volgende varianten (zelfde basisprincipe maar een inhoudelijk andere aanpak) en aanvullende opties (keuzemogelijkheid voor optimalisatie van de aanpak) gepresenteerd:

- Variant A: meer getijverschil toelaten in Volkerak-Zoommeer en/of de Grevelingen door de genoemde verbinding met de Oosterschelde of de Noordzee groter uit te voeren.
- Variant B: de verbinding tussen de Grevelingen en de Noordzee uitvoeren als getijdencentrale. De turbines van deze centrale benutten de beweging van het water om stroom op te wekken.
- Variant C: bij een open verbinding tussen beide wateren, toelaten van zout water en beperkt getij vanuit de Oosterschelde in plaats van de Noordzee.

- Optie 1: frequenter inzetten van de aanvullende waterberging op de Grevelingen, en dus ook van de waterberging op het Volkerak-Zoommeer, om schade door overstromingen bij Dordrecht verder te beperken. Inzet bij deze optie is gemiddeld eens per tien jaar in plaats van eens per veertienhonderd jaar.
- Optie 2: geschikt maken van de turbines van de getijdencentrale (variant B) voor versnelde afvoer van rivierwater voor, tijdens en na waterberging.
- Optie 3: de open verbinding tussen Volkerak-Zoommeer en de Grevelingen doorvaarbaar uitvoeren, bijvoorbeeld in de vorm van een brug.
- Optie 4: aanleg van een extra doorlaat tussen Volkerak-Zoommeer en de Oosterschelde in de Oesterdam voor effectiever doorspoelen en peil beheren.
- Optie 5: bij een toekomstige uitbreiding van de schutcapaciteit van de Volkeraksluizen, de extra kolk ook geschikt maken als ondersteunende aan- en afvoer van rivierwater bij waterberging.

2.2 Methodieken doelafleiding sterk veranderde wateren

Voor alle natuurlijke watertypen in Nederland zijn Referenties en Doelen vastgesteld in het document "Referenties en maatlatten voor Natuurlijke Watertypen voor de Kaderrichtlijn Water" (Van der Molen & Pot 2007; Van der Molen *et al.* 2012).

De Grevelingen en het Volkerak hebben beide de status 'sterk veranderd' op basis van onomkeerbare hydromorfologische ingrepen (bedijking, afsluiting, peilbeheer) (RWS 2012 en 2012a).

Voor de doelafleiding van sterk veranderde wateren kan gekozen worden uit 2 methoden om het MEP (Maximaal Ecologisch Potentieel) en afgeleide GEP (Goed Ecologisch Potentieel) van de sterk veranderde wateren te verkrijgen:

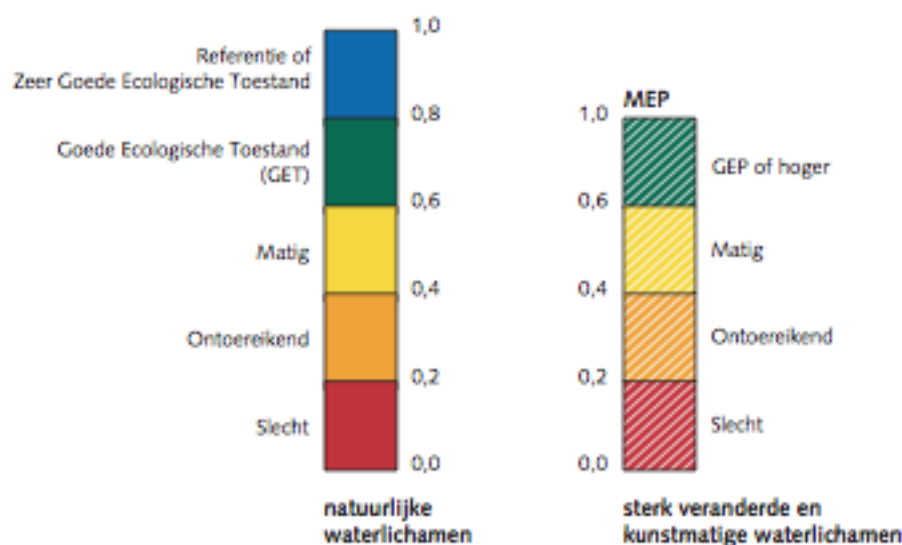
1. de natuurlijke referentie verminderen met de effecten van de onomkeerbare hydromorfologische ingrepen en vermeerderen met de effecten van de mitigerende maatregelen;
2. de huidige toestand vermeerderen met de effecten van alle relevante herstelmaatregelen op het gebied van beheer, inrichting en emissies. Deze methode neemt ook de effecten mee van alle maatregelen in andere waterlichamen in het

stroomgebied (beter bekend als de Praagse methode). Afwenteling, de toestroom van nutriënten uit bovenliggende wateren, moet echter buiten beschouwing blijven.

Methodie 1: MEP op basis van natuurlijke referentie

Voor de natuurlijke watertypen zijn de ecologische doelstellingen nationaal uitgewerkt. Er zijn referenties opgesteld en er is een voorstel gedaan voor de daarbij behorende norm die nagestreefd wordt, de Goede Ecologische Toestand (GET).

In analogie moeten voor de sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) en het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) worden afgeleid. Het MEP is het hoogst haalbare, vergelijkbaar met de 'referentie' voor deze wateren. Het GEP is daarvan afgeleid. Dat is de norm waar de waterbeheerders naar toe moeten werken (zie ook Figuur 1). De GET wordt op dezelfde manier afgeleid van de referentie als het GEP van het MEP.



Figuur 1 De maatlatten voor natuurlijke en niet- natuurlijke waterlichamen, uitgedrukt in een Ecologische KwaliteitsRatio (EKR). De ondergrens van de GET is uitgedrukt in 0,6 EKR en 0,8 van de ZGET (Bron: Projectgroep Implementatie Handreiking 2005).

Het MEP (en ook het GEP) wordt alleen afgeleid voor kwaliteitselementen waarvoor de GET (Goede Ecologische Toestand) niet wordt gehaald (Projectgroep Implementatie Handreiking 2005). Er dient dus eerst onderzocht te worden of de natuurlijke doelen (Goede Ecologische Toestand GET) niet worden gehaald. Alleen de effecten van onomkeerbare hydromorfologische ingrepen worden verrekend. Effecten van gebruiksfuncties (bijvoorbeeld visserij of recreatie) en waterkwaliteit zijn géén reden om af te wijken van de GET. Dit betekent dat bij het bepalen van het MEP primair wordt uitgegaan van de GET-normen voor chemische en fysisch-chemische parameters (waaronder nutriënten), tenzij deze direct worden beïnvloed door de hydromorfologische ingreep waaraan het waterlichaam zijn status sterk veranderd ontleent.

Methode 2: Praagse methode

Voor wateren met de status 'Sterk-veranderd' mogen andere (lagere) doelen worden vastgesteld indien blijkt dat de Referentie een niet haalbaar doel is én dit het gevolg is van een onomkeerbare menselijke ingreep. De voorgeschreven methodiek daarvoor is de Praagse methode.

Volgens de Praagse methode dient de huidige situatie als uitgangspunt voor het bepalen van het MEP. Per deelmaatlat wordt in een schema weergegeven wat de huidige situatie is, wat de GET-waarde is en wat de afgeleide MEP-waarde is.

Vanuit de huidige situatie wordt bekeken welke doelen haalbaar zijn met het uitvoeren van KRW-maatregelen; hiermee is het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) vastgesteld. Indien de huidige situatie voldoet aan het GET, wordt de GET-waarde overgenomen voor het MEP.

Vervolgens wordt er gekeken welke maatregelen een gering ecologisch effect hebben en/of niet kosten-efficiënt zijn. De effecten van de "maatregelen met gering ecologisch effect" worden vervolgens afgetrokken van het MEP. Hiermee komt men op het minimaal te behalen KRW-doel: Goed Ecologisch Potentieel (GEP). Het GEP (Goed Ecologisch Potentieel) is de norm waar waterbeheerders naartoe moeten werken en vormt de doelstelling die in principe in 2021 gehaald moet worden, tenzij er redenen zijn voor verlaging of fasering van dit doel (op grond van disproportionele kosten of maatschappelijk draagvlak).

2.3 Historische doelafleidingen voor kust en overgangswateren

In Noord-Nederland zijn door Bureau Waardenburg MEP/GEP's vastgesteld voor de kust- en overgangswateren met een status "sterk veranderd" (Lengkeek *et al.* 2007b en Wielakker *et al.* 2007b). In Zuid-Nederland is deze analyse uitgevoerd door Haskoning (Sierdsma & Van den Broek 2007a,b en Sierdsma 2007a,b).

Recent zijn referenties en doelen voor zeegras en kwelders herzien en is voor zowel zeegras als kwelders per waterlichaam een definitieve referentie en doel (REF/GET met of zonder MEP/GEP) vastgesteld (Wielakker *et al.* 2011).

De uiteindelijke doelen, referenties en maatlaten zijn opgenomen in de Referenties en Maatlaten voor Natuurlijke Watertypen 2015 - 2021 (Van der Molen *et al.* 2012).

2.4 Hoofddoelen van de KRW

De belangrijkste milieudoelstellingen van de Kaderrichtlijn Water zijn voor alle oppervlaktewateren i) Maatregelen uitvoeren ter voorkoming van achteruitgang van de toestand ii & iii) Beschermen, verbeteren en herstellen van en het behalen van de goede toestand of goed ecologisch potentieel in 2015 (met mogelijkheid tot uitstel tot 2027) iv) verontreinigingen verminderen en emissies beëindigen (Artikel 4, lid 1a).

Hieruit vloeit voort dat op hoofdlijnen varianten (en de daarbinnen voorgestelde maatregelen) zouden moeten bijdragen aan het voorkomen van achteruitgang van de toestand en het beschermen, verbeteren en herstellen van het oppervlakte water. Deze feitelijke hoofddoelen zijn geen onderdeel van de doelafleiding in hoofdstuk 4 en

5. Doelafleiding geschiedt voor verschillende kwaliteitselementen die per watertype zijn vastgelegd (zie voor methode §2.5). De hoofddoelen van de KRW zijn binnen deze rapportage wel meegenomen in de effectinschatting voor de Grevelingen en het Volkerak voor 3 varianten (hoofdstuk 7).

2.5 Stappenplan doelafleiding

Stap 1. Vaststellen Natuurlijke Referentie

Voor het afleiden van het MEP/GEP wordt eerst gezocht naar een natuurlijk referentie. Voor de Grevelingen en VZM is deze referentie momenteel beschreven in het maatlat-document Referenties en Maatlatten voor Natuurlijke Watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015 – 2021. De waterlichamen vallen hier echter onder respectievelijk de watertypen M32 en M20. De Grevelingen en VZM ondergaan echter een wijziging van watertype namelijk naar K2 of O2. Voor de Grevelingen en het VZM zijn geen specifieke natuurlijke maatlatten van het watertype K2 of O2 beschreven. Daarom wordt als uitgangspunt voor de natuurlijke referentie gebruik gemaakt van:

- 1) de natuurlijke maatlatten van vergelijkbare gebieden : K2 (oa Oosterschelde) en O2 (oa Westerschelde).
- 2) Gegevens van de referentieperiode (voor de afsluiting).
- 3) Gegevens van de natuurlijke referentie voor de Grevelingen (M32).

Optie 1 is gebruikt voor fysische chemie, fytoplankton, macrofauna en vis. Optie 2 is gebruikt voor overige waterflora

Stap 2. Verzamelen maatregelen

Maatregelen zijn beschikbaar in een PausTabel. Er is gebruik gemaakt van PausTabel II versie 0.7

Daarnaast worden binnen de 3 varianten maatregelen voorgesteld waarbij verbindingen tussen deltawateren worden gerealiseerd.

Stap 3. Afleiden MEP/GEP

Aangezien de Grevelingen en het VZM sterk veranderde waterlichamen zijn, mag er een aangepast doel gehanteerd worden.

Een doelafleiding voor waterlichamen bestaat uit het doorlopen van 13 stappen (Handleiding MEP/GEP, zie ook Bijlage 1). Het voorliggende rapport betreft een invulling van delen van stap 10 en 11.

De stappen die in dit rapport al deels zijn ingevuld zijn:

- 10d: Leid MEP hydromorfologie af
- 10e: Leid MEP fysische-chemie af
- 10f: Leid MEP biologie af
- .- 11a: Leidt GEP biologie af.
- 11b: Leidt GEP fysische-chemie (en GEP hydromorfologie) af.

De stappen die niet zijn ingevuld maar wel onderdeel zijn van de handleiding:

- 10a: Inventariseer mitigerende maatregelen
- 10b en c: Toets mitigerende maatregelen op milieueffecten
- 11c: Vergelijk GEP met doelen beschermde gebieden .

Voor het afleiden van het Maximaal Ecologisch Potentieel en het Goed Ecologisch Potentieel (MEP/ GEP), wordt eerst onderzocht of de kwaliteitselementen niet reeds voldoen aan de natuurlijke doelen (Goede Ecologische Toestand GET). Als dit het geval is, wordt gebruik gemaakt van deze natuurlijke referentie waarden. Wanneer dit niet het geval is, wordt de Praagse methode toegepast. Voor de Praagse methode is het vertrekpunt voor deze stappen de huidige situatie (§2.2).

Wanneer de huidige situatie geen goede voorspeller is van het toekomstige Maximaal Ecologisch Potentieel en Goed Ecologisch Potentieel moet een andere insteek worden gekozen. Dit is het geval wanneer het huidige watertype en het toekomstige watertype sterk verschillen, zoals in voorliggende rapportage.

Afhankelijk van het kwaliteitselement is de volgende insteek gekozen (voor de uitwerking zie hoofdstuk 4 en 5):

-Fysische-chemie: Er is sprake van afwenteling: waarden voor ZGET en GET zijn overgenomen voor respectievelijk het MEP en GEP

-Fytoplankton: Er is sprake van afwenteling: waarden voor REF en GET zijn overgenomen voor respectievelijk het MEP en GEP

-Angiospermen:

Kwantiteit: De natuurlijke referentie is onbekend of geen goede voorspeller van het MEP en GEP. Op basis van abiotische variabelen is een voorspelling gedaan van maximaal begroeibare arealen.

Kwaliteit: waarden voor de REF en GET van de natuurlijke maatlaten zijn overgenomen voor respectievelijk het MEP en GEP.

-Macrofauna: Waarden van de natuurlijke REF en GET zijn overgenomen voor respectievelijk het MEP en GEP.

-Vissen: REF waarden zijn overgenomen als MEP. Het GEP is niet afgeleid, maar geleend van de Westerschelde.

2.6 KRW kwaliteitselementen per watertype

Tabel 3 Overzicht van KRW kwaliteitselementen voor Overgangs- en Kustwateren

	O2	K2
fytoplankton	ja	ja
overige waterflora	ja	ja
macrofauna	ja	ja
vis	ja	nee
fysisch-chemisch	ja	ja
hydromorfologisch	ja	ja

2.7 Beschikbare informatie

Voor overige bronnen en verwijzingen wordt verwezen naar de literatuurlijst in hoofdstuk 8.

RGV informatie

- MER versie 3.6 (concept)
- Concept Natuureffectstudie van 11 december 2013 (Bijlmer & Botman 2013 in voorbereiding).

KRW informatie:

- Referenties en maatlatten voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021 (Van der Molen *et al.* 2012 en referenties hierin).
- Handreiking MEP/GEP (Projectgroep Implementatie Handreiking 2005)
- Brondocument Grevelingen (update 2012)
- Brondocument Volkerak (update 2012)

Informatie Grevelingen

- Brondocument Grevelingen (update 2012)
- MEP en GEP voor de zoute rijkswateren. Grevelingen. (Sierdsma en van den Broek 2007b)
- Informatie waterkwaliteit Deltares (Nolte & Spiteri 2010, Deltares 2010, de Vries *et al.* 2013).
- Documenten MIRT verkenning Grevelingen (www.zichtopdegrevelingen.nl/downloads)
- MWTL Visbemonsteringen 2007, 2008, 2011, 2013 (bron: RWS)
- Berekening areaal habitats per hoogtezona voor verschillende getijslag
- (G)TSO metingen geraadpleegd via de website www.meetadviesdienst.nl
- historische waterkwaliteitsgegevens via waterbase.nl

Informatie Volkerak

- Brondocument Volkerak (update 2012)
- MEP en GEP voor de zoute rijkswateren. Volkerak-Zoommeer. (Sierdsma en van den Broek 2007c)
- Waterkwaliteit en ecotopen in zout VZM (Meijers *et al.* 2008)
- Ontwerp-MER Waterkwaliteit VZM (<http://www.zwdelta.nl/opgaven/hoer-het-begon/volkerak-zoommeer.htm>)
- Rapportage waterplanten inventarisatie VZM (Jentink 2013);
- Quick scan Waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer
- (V)TSO metingen geraadpleegd via de website www.meetadviesdienst.nl
- historische waterkwaliteitsgegevens via waterbase.nl

2.8 Afbakening

Een belangrijk uitgangspunt voor deze studie is gebruik maken van bestaande informatie. We hebben waarden afgeleid van bestaande informatie. Het is van groot belang om dit voor ogen te hebben bij het lezen van de methodiek, redeneringen of afleidingen. Zaken die in onze ogen methodisch geoptimaliseerd kunnen worden, hebben we opgenomen onder aanbevelingen (Hoofdstuk 6).

3 KRW maatlatten voor O2 en K2

3.1 Hydromorfologie

Het percentage natuurlijke oever wordt gebruikt als kwaliteitselement voor de beoordeling van hydromorfologie van kust- en overgangswateren. Deze parameter is een maat voor effecten van bedijking, inpoldering en oeververdediging. Indien deze niet voldoet aan de norm dan voldoet het waterlichaam niet aan de ZGET.

Tabel 3.1 Overzicht van waarden voor het kwaliteitselement hydromorfologie (Van der Molen et al. 2012).

	Natuurlijke oever	EKR
ZGET O2 en K2	80-100%	0,8

3.2 Fysische-chemie

De referenties en klassengrenzen voor algemene fysisch chemische kwaliteitselementen zijn opgenomen in Tabel 3.2. Voor de uiteindelijke score geldt het one out all out principe. Wanneer één van de kwaliteitselementen niet voldoet aan de klasse Goed, wordt bovendien het eindoordeel voor de *ecologische* toestand gecorrigeerd naar Matig.

Tabel 3.2 Overzicht van doelen fysisch-chemische KRW kwaliteitselementen (Van der Molen et al. 2012).

	*Thermische omstandigheden dagwaarden in °C	**Zuurstof verzadiging %	***Nutriënten DIN mgN/l umolN/l
ZGET O2, K2 en M32	≤21	≥80	≤0,22/≤15,6
GET O2, K2 en M32	21-25	≥60	≤0,46/≤33

*Meetperiode 21 juni tot en met 20 september

**Meetperiode 1 april tot en met 30 september

***Meetperiode 1 december tot en met 28 februari. De waarden voor stikstof zijn winterwaarden (dec t/m feb) bij een saliniteit van 30 of hoger. Bij een lagere saliniteit geldt voor stikstof: norm (mg/l) = 2,59 – 0,071*saliniteit.

3.3 Fytoplankton

Voor zoute wateren in Nederland zijn de referenties en doelen voor fytoplankton gebaseerd op historische gegevens en modelresultaten (Dit model heet AMOEBE; Baptist & Jagtman 1997). Voor het watertype O2 is de AMOEBE waarde voor de Eems-Dollard gebruikt als klassengrens voor de zeer goede toestand (ZGET). Deze waarden zijn gelijk aan de waarden voor M32 (huidige watertype van de Grevelingen).

Voor het type K2 is de AMOEBE waarde voor de Waddenzee gebruikt als referentie. De maatlat bestaat uit twee deelmaatlaten

Deelmaatlat abundanties: chlorofyl-a. Het 90 percentiel van het zomerhalfjaar (1 maart tot 30 september) uitgedrukt in $\mu\text{g/l}$.

Deelmaatlat Soortensamenstelling: frequentie van bloeien van Phaeocystis, Een bloei is gedefinieerd als een concentratie van $> 10^6$ cellen per liter en de frequentie als het aantal maanden per jaar dat een bloei wordt geconstateerd, uitgedrukt als een percentage.

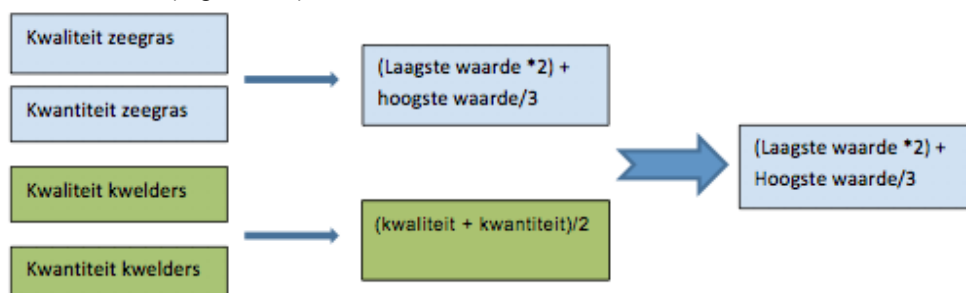
Beide deelmaatlaten worden rekenkundig gemiddeld wanneer de deelmaatlat chlorofyl-a hoger of gelijk scoort dan de deelmaatlat soortensamenstelling. Wanneer de deelmaatlat chlorofyl lager scoort, of wanneer er geen bloei van Phaeocystis is waargenomen geldt de score voor de deelmaatlat chlorofyl-a (dit geldt zowel voor M32, O2 als K2). Wanneer er maar één deelmaatlat-score beschikbaar is (bijv. door ontbreken van gegevens) wordt deze gebruikt (Van der Molen *et al.* 2012 §2.2. 11.2, 24.2 en 26.2)

Tabel 3.3 Overzicht van waarden voor het kwaliteitselement fytoplankton (Van der Molen *et al.* 2012).

	Chlorofyl-a (90-p; $\mu\text{g/l}$)	Phaeocystis (bloiefrequentie)	EKR
Referentie waarde O2	8	0	1,0
ZGET O2	12	10	0,8
GET O2	18	17	0,6
Referentie waarde K2	9,3	0	1,0
ZGET K2	14	10	0,8
GET K2	18	17	0,6

3.4 Overige waterflora

Het kwaliteitselement overige waterflora voor zoute wateren bestaat uit 4 deelmaatlaten (Figuur 3.1).



Figuur 3.1 Berekeningswijze van de uiteindelijke maatlatscore voor overige waterflora op basis van de deelmaatlaten voor dit kwaliteitselement. (Van der Molen *et al.* 2012)

Kwantiteit schorren

Schorren en kwelders zijn twee benamingen voor hetzelfde, waarbij met in zuid Nederland de benaming schorren hanteert.

De maatlat beoordeelt het actuele areaal als percentage van het waterlichaam. Als referentie dient het areaal schorren in de referentiesituatie ten opzichte van de gemiddelde geschatte grootte van het waterlichaam omstreeks het jaar 0 en 1000 na Chr. (9000 ha).

Kwaliteit schorren

Als maat voor kwelderkwaliteit geldt de verdeling van vegetatiezones. Uitgangspunt hierbij is dat binnen een waterlichaam als geheel een evenwichtige kwelderzoning aanwezig moet zijn. Sterke oververtegenwoordiging van een vegetatiezone of climaxvegetatie duidt op verstoring van de natuurlijke processen en het ontbreken van een evenwichtige balans tussen kwelderopbouw en –afbraak in het hele waterlichaam. De volgende vijf vegetatiezones worden onderscheiden: pionier, laag, midden, climax hoog met strandkweek, climax brakke zone met riet (Wielakker *et al.* 2011). Elke zone mag niet meer dan 35% en niet minder dan 5% van het totale kwelderareaal bedragen. Daarnaast mag het aandeel strandkweek (climaxvegetatie) niet meer dan 50% bedragen van de zone ‘hoog+strandkweek’.

Kwantiteit zeegras

In zoute wateren wordt het percentage van het waterlichaam areaal dat met zeegrassen is begroeid, gebruikt als indicator voor de abundantie. Een zeegrasveld is gedefinieerd als een gebied met minimaal 5% bedekking door zeegras. Uit een onbedijkte referentiesituatie (O2 en K2) zijn geen kwantitatieve gegevens bekend voor zeegras. De referentie waarde is op 7,5% vastgesteld.

Kwaliteit zeegras

Naast de kwantiteit (areaal) is ook een kwaliteitsindicator opgesteld. Daarvoor is het aandeel van het totaal areaal met een zeegras bedekking >60% genomen. In een goede situatie varieert de bedekking van een van de twee soorten zeegrassen van 1 tot 80-90%. De referentiebedekking voor Klein zeegras is 60%, voor Groot zeegras 30%.

In tabel 3.4 zijn de getallen weergegeven die horen bij de natuurlijke referentie. Bij de natuurlijke referentie is men terug gegaan naar een periode toen er nog geen sprake was van bedijking (situatie van vóór 1000 na Chr.). Bedijking beperkt immers de natuurlijke beweeglijkheid van schorren, platen, geulen en slikken en daarmee de ontwikkeling van zoute vegetatie (De Jong 2007 en Dijkema *et al.* 2005).

Vanwege het onrealistische karakter van deze doelen is in 2005 een initiatief gestart om nieuwe referenties te ontwikkelen voor de zoute waterlichamen in Nederland: Potentiële referenties (P-REF) en Potentiële Doelen (Potentiële Goede Ecologische

Toestanden, P-GET) (De Jong 2007 en Dijkema *et al.* 2005). Bij het afleiden van deze alternatieve referentie is uitgegaan van de Nederlandse kust in de *bedijkte* situatie.

Tabel 3.4 Overzicht van waarden voor het kwaliteitselement overige waterflora (Van der Molen *et al.* 2012).

	Schor kwantiteit % waterlichaam	Schor kwaliteit	Zeegras kwantiteit % waterlichaam	Zeegras kwaliteit % zeegras ha
Referentie waarde O2	15	5	7,5	60/30
ZGET O2	11	4,5	5	54/27
GET O2	8	3,5	4	42/21
Referentie waarde K2	13	5	7,5	60/30
ZGET K2	10	4,5	5	54/27
GET K2	7	3,5	4	42/21

3.5 Macrofauna

Nederland en België hebben in 2007 samen een maatlat ontwikkeld voor macrofauna, de BEQI (Benthic Ecosystem Quality Index ; Van Hoey *et al.* 2007), thans BEQI 2 (Van Loon *et al.* 2012). Er is in de BEQI uitgegaan van een hiërarchische opzet, waarbij op drie manieren naar het ecosysteem wordt gekeken: naar het systeem als geheel (niveau 1), naar verschillende leefgebieden binnen het systeem (niveau 2) en naar bodemfauna-gemeenschappen binnen leefgebieden (niveau 3). De nadruk ligt op niveau 3, maar nationaal wordt ook niveau 2 meegenomen. BEQI 2 maakt bij voorkeur gebruik van najaarsdata.

De uitwerking van de maatlatten is gericht op niveau 3. Per waterlichaam worden drie indicatoren beschouwd: Soortenrijkdom, Shannon index (log2) en AMBI. AMBI is een maat die per soort aangeeft of deze organische vervuiling indiceert (0: geen indicator voor organische vervuiling). De soortenlijst voor benthos is beschreven in Gittenberger & van Loon (2011). De referentiewaarden voor soortenrijkdom en Shannon index zijn bepaald als de 99 percentielen van alle beschikbare indicatorwaarden binnen een waterlichaam-ecotoop in een gestandaardiseerde periode (1992-2007), zie van Loon *et al.* (2012). Voor de AMBI is de theoretische referentiewaarde in alle gevallen 0.

De volgende formule wordt voor de BEQI-2 gebruikt (univariate model) op basis van de calibratie en intercalibratie van Nederlandse benthos data in overgangswateren (Van Loon *et al.* 2011):

$$EKR(\text{ecotoop/niveau } 3) = 1/3 * [S\text{beoord.} / S\text{ref.}] + 1/3 * [H'\text{beoord.} / H'\text{ref.}] + 1/3 * [(6 - \text{AMBIbeoord.}) / 6]$$

Toelichting afkortingen:

Sbeoord. = Gemeten waarde voor de soortenrijkdom

Sref = Referentie waarde voor de soortenrijkdom

H'beoord = Gemeten waarde voor de Shannon Index (log2)

H'ref = Referentie waarde voor de Shannon Index (log2)

AMBIbeoord= Gemiddelde gemeten indicator waarden voor organische vervuiling (0: geen indicator voor organische 5: sterke indicator voor organische vervuiling)

Tabel 3.4 Overzicht van referentiewaarden voor het kwaliteitselement macrofauna (van Loon & Verschoor 2012).

Waterbody / Ecotope	Salin. aver.	S(ref)	H'(ref)	Aver area [m ²]	Comments
Westerschelde Mesohaline-Intertidal	7.7	29	3.27	0.100	Improved BEQI-2 script gives identical values as for the intercalibration because no replicates and sub-samples occur in this dataset.
Westerschelde Mesohaline-Subtidal	8.9	22	3.19	0.104	
Westerschelde Polyhaline-Intertidal	22.7	41	3.59	0.102	
Westerschelde Polyhaline-Subtidal	22.9	31	3.81	0.105	
Oosterschelde Polyhaline-Intertidal	29	45	3.71	0.105	S(ref) corrected from 43 to 45. H'(ref) corrected from 5.18 to 3.71.
Oosterschelde Polyhaline-Subtidal	29	67	5.11	0.105	S(ref) and H'(ref) are remarkably high, indicating a rich ecotope and community. In spite of these high reference values good benthic status is still obtained, showing no overestimation of reference values.
Veerse meer Polyhaline-Subtidal	22	30	3.80	0.099	S(ref) corrected from 26 to 30. H'(ref) corrected from 3.60 to 3.80.
Grevelingenmeer	28.6	44	4.15	0.098	S(ref) corrected from 54 to 44. H'(ref) corrected from 5.47 to 4.15.

3.6 Vis

Vissen zijn niet opgenomen als kwaliteitselement voor K2.

Voor overgangswateren wordt bemonsterd met een ankerkuilvisnet met een gestandaardiseerde oppervlakte en gedurende een gestandaardiseerde tijd (Bioconsult 2007). Hierbij wordt een zo breed mogelijk beeld verkregen van de aanwezige vissoorten.

Bij overgangswateren en bij brakke en zoute meren wordt het aantal soorten volgens vier (M31 en M32) tot vijf (M30 en O2) verschillende ecologische gilden beoordeeld. Bij deze wateren zijn er vele factoren die bepalen welke samenstelling de visgemeenschap heeft. Zowel de aanwezigheid van een verbinding met zoet water (voor zoetwatersoorten nodig om te paaien), de aanwezigheid van een verbinding met de zee en (wisselingen in) het zoutgehalte van het water zelf spelen een rol. Er is een grote diversiteit tussen en binnen de watertypen.

Door de visstand te verdelen in een aantal groepen die corresponderen met relevante kenmerken van het specifieke watersysteem (zoals chloridegehalte, isolatie/verbinding, dimensie en inrichting) kan dit echter worden ondervangen. Bij de beschrijving van sterk veranderde waterlichamen kunnen dan specifieke groepen

soorten worden uitgesloten (bijvoorbeeld geen mariene soorten indien geïsoleerd). De vissoorten die behoren tot de referentie voor overgangswateren en de soorten die regelmatig in brakke wateren worden aangetroffen zijn ingedeeld in ecologische gildes volgens de indeling van Elliott & Hemingway (2002) voor estuaria. De door hen onderscheiden gildes zijn (o.a.):

- diadrome soorten (CA) die migreren tussen zee en rivier en het estuarium als trekroute gebruiken en soms ook (tijdelijk) als opgroeigebied;
- estuarien residente soorten (ER) die hun totale levenscyclus in het estuarium kunnen doorlopen;
- mariene juvenielen (MJ), mariene soorten waarvan de jonge exemplaren kunnen opgroeien in een estuarium;
- mariene seizoengasten (MS), mariene soorten die in een vast seizoen een estuarium kunnen bezoeken;
- zoetwatersoorten (FW) worden onderverdeeld in drie groepen. De soorten in de groepen Z1-BRAK en Z2-LBRAK zijn de meest chloridetolerante soorten, die respectievelijk nog zijn aangetroffen bij chloridegehalten tot circa 8 en 4 g/l. De soorten van Z3-ZOET zijn niet aangetroffen boven circa 2 gCl/l. Deze laatste groep bestaat overigens vrijwel geheel uit plantminnende zoetwatersoorten en is binnen de zwak-brakke wateren indicatief voor plantenrijkdom. Bij overgangswateren (O2) spelen de zoetwatersoorten geen rol meer bij de beoordeling van de soortensamenstelling. Voor de abundantie van zoetwatersoorten is alleen de pos als indicatorsoort gekozen.

Tabel 3.5 Overzicht van waarden voor het kwaliteitselement vissen voor O2, deelmaatlat abundantie (Van der Molen et al. 2012).

Abundance classes	Referentie	zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Spiering						
0+	>2500	330-2500	131-330	64-131	45-64	0-45
subadult	>110	52-110	30-52	15-30	5-15	0-5
adult	>81	44-81	25-44	10-25	6-10	0-6
Fint						
0+	>11285	4955-11285	2855-4955	1542-2855	777-1542	0-777
subadult	>5900	2096-5900	1696-2096	1079-1696	580-1079	0-580
adult	>1145	440-1145	313-440	226-313	104-226	0-104
Haring	>2000	1120-2000	480-1120	190-480	100-190	0-100
Bot	>121	57-121	33-57	20-33	15-20	0-15
Slakdolf	>2100	1250-2100	240-1250	40-240	4-40	0-4
Pos	>675	225-675	75-225	38-75	18-38	0-18
EKR	1	0.8-1	0.6-0.8	0.4-0.6	0.2-0.4	0-0.2

Bij de overgangswateren (O2) is per ecologische gilde gekozen voor twee soorten als vertegenwoordiger: spiering en fint (diadroom), slakdolf en bot (estuariën resident), en haring (mariën juveniel). De seizoengasten worden niet kwantitatief beschouwd, onder andere omdat de trefkans van deze soorten in de reguliere monitoring klein is. Wel is er een kwantitatieve uitwerking voor de pos als vertegenwoordiger voor de oligohaliene zone (zoetwatersoorten). Van deze soorten wordt de vangstdichtheid bepaald in het voorjaar en najaar uit ankerkuilmonitoring. Spiering en fint zijn

opgedeeld in drie leeftijdsgroepen: 0+, subadult en adult. Alleen als alle drie de leeftijdsgroepen vertegenwoordigd zijn, kan er sprake zijn van een zichzelf in standhoudende populatie. Voor een complete beoordeling worden meetresultaten uit het voorjaar en najaar, en uit de polyhaliene, mesohaliene en oligohaliene zone geïntegreerd volgens vastgestelde rekenregels.

4 Doelafleiding Grevelingen

4.1 Watertype, status en maatregelen

4.1.1 Huidige watertype en status

In 1971 heeft de sluiting van de Brouwersdam plaatsgevonden. De Grevelingen is toen veranderd van een zout getijdebekken in een zout, stagnant meer met een vast peil. Aan het Grevelingenmeer is het watertype M32 toegekend: Grote brakke tot zoute meren. Er is geen sprake meer van getijdewerking en de verblijftijd is relatief lang. Het waterlichaam heeft de status 'sterk veranderd' op basis van onomkeerbare hydromorfologische ingrepen (bedijking, afsluiting, peilbeheer) (RWS 2012).

4.1.2 SGBP maatregelen

Het KRW maatregelenprogramma voor de Grevelingen is opgenomen in het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015 en gerapporteerd aan de Europese Commissie via de Stroomgebiedbeheerplannen 2009-2015 (SGBP) (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Maatregelen in SGBP (bron: PausTabel II versie 0.7)

BPRW ID	Type	Maatregel	Omvang	Eenheid
H&I1032	getijdenatuur/kwelders	Ingebruikname Flakkeese Spuisluis (hevel)	1,00	locatie
H&I1035	verkenningen	Verkenning vergroting doorlaat Brouwersdam	1,00	studie
x2008	Kunstmatig rif / zeegras	pilot aanplant zeegras	2,00	ha
x2011	vispassages/geleiding	vispassages naar polders	2,00	locatie

4.1.3 Varianten

Op hoofdlijnen worden binnen de varianten maatregelen voorgesteld waarbij verbindingen tussen deltawateren worden gerealiseerd. Door deze maatregelen ontstaat een getijslag en verandert het watertype in de Grevelingen (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Grevelingen- 3 varianten en bijbehorende watertypen

Variante	Maatregel	type	getijslag
1	Getij op de Grevelingen	K2	50 cm
2	Getij op aaneengesloten Grevelingen en VZM	O2	50 cm
3	Getij op Volkerak Zoommeer via Oosterschelde	M32	nvt

4.2 Fysische-chemie

4.2.1 Huidige situatie

Chloride en zuurstof

De concentratie chloride in het Grevelingenmeer bedraagt ca. 16 à 17 Chloride g/l (Dreischor, periode januari 2009 t/m mei 2013 gemiddeld 16 g/l, range 10,5 -18,5 g/l) (bron: waterbase en meetadviesdienst GTSO meting).

Hoewel op de KRW-meetpunten sprake is van een goede zuurstofverzadiging van de waterkolom treedt in de diepe delen van het grote stilstaande meer in de huidige situatie zuurstofloosheid op. Dit is het gevolg van stratificatie (gelaagdheid) door verticale verschillen in temperatuur en/of zoutgehalte waardoor de hoeveelheid zuurstof in de onderste waterlaag uitgeput raakt.

Recent is er een negatieve trend zichtbaar en wordt ook zuurstofloosheid in minder diepe delen waargenomen (MIRT verkenning Grevelingen, meetadviesdienst). Bij Dreischor treden in de huidige situatie vanaf medio juni zuurstofloze condities op en worden tot en met september verlaagde concentraties gemeten (Deltares 2010).

In de huidige situatie is het areaal dat gedurende een aaneengesloten periode van 7 dagen zuurstofloos wordt (1 m boven de bodem, zuurstofconcentratie < 3 mg/l) circa 1.300 ha (MIRT verkenning Grevelingen milieueffectrapport deel B 2012).

Nutriënten

De nutriëntengehalten in het Grevelingenmeer zijn relatief laag. Het winter DIN voldoet aan de GEP-norm van 0,46 mg/l (Tabel 4.3, RWS 2012). In de huidige situatie is de winter DIN concentratie 0,33 mg/l (Wetsteijn 2011; RWS 2012). De winter DIN maxima variëren tussen ca. 0.30 en 0.70 mgN/l.

In het Brondocument Grevelingenmeer (RWS 2012) is aangegeven dat de huidige situatie voor alle fysisch-chemische kwaliteitselementen voldoet aan de GEP waarde (Goed Ecologisch Potentieel).

Tabel 4.3 Grevelingen- huidige toestand en doelen fysisch chemische kwaliteitselementen voor M32 (RWS 2012). Groen: Voldoet aan GEP.

Fysisch-chemisch kwaliteitselement	GET(M32)	GEP(M32)	Huidige situatie Dreischor (2006 t/m 2008)
Temperatuur(°C)	≤25	≤25	20,8
Zuurstof(%)	60-120	60-120	90,58*
Chloride(mg/l)	≥10000	≥10000	16.000-17.000
pH	6,5-9	6,5-9	8,08
Doorzicht(m)	≥0,9	≥0,9	2,14
WinterDIN(mgN/l)	≤0,46	≤0,46	0,33

*zuurstof in de waterkolom voldoet aan het GEP, omdat zuurstof nabij het wateroppervlak wordt gemeten. Problemen met zuurstofloosheid spelen zich af nabij de bodem.

4.2.2 Referentie en uitgangspunten voor het bepalen van het MEP/GEP

Het GEP-fysische-chemie (en GEP-hydromorfologie) zijn ondersteunend aan het GEP-biologie. De algemene fysisch-chemische en hydromorfologische condities van het GEP moeten zodanig zijn opgesteld, dat zij toereikend zijn om de biologische kwaliteitselementen van het GEP te realiseren en het functioneren van het ecosysteem waarborgen. Nutriëntenconcentraties worden in de Deltawateren niet beïnvloed door hydromorfologische ingrepen. Derhalve worden voor nutriënten voor het GEP steeds dezelfde waarden gehanteerd als voor de GET. Deze waarden zijn afkomstig uit Van der Molen *et al.* (2012) (Tabel 4.4) en identiek voor M32, K2 en O2. De waarden gelden zodoende voor alle varianten. De ZGET en GET waarden voor respectievelijk K2 en O2 zijn overgenomen voor het MEP en GEP (Tabel 4.5 en 4.6)

Tabel 4.4 Grevelingen - Natuurlijke doelen fysisch-chemische kwaliteitselementen voor K2 en O2 (Van der Molen *et al.* 2012).

Fysische-chemie kwaliteitselement	ZGET K2 en O2	GET K2 en O2
Temperatuur(°C)	≤21	≤25
Zuurstof(%)	≥80	60-120
WinterDIN(mgN/l)	≤0,22	≤0,46

4.2.3 MEP/GEP variant 1

Tabel 4.5 Grevelingen - Doelen fysisch-chemische kwaliteitselementen voor variant 1 (K2)

Fysische-chemie kwaliteitselement	MEP (K2)	GEP(K2)
Temperatuur(°C)	≤21	≤25
Zuurstof(%)	≥80	60-120
WinterDIN(mgN/l)	≤0,22	≤0,46

4.2.4 MEP/GEP variant 2

Tabel 4.6 Grevelingen - Doelen fysisch-chemische kwaliteitselementen voor variant 2 (O2)

Fysische-chemie kwaliteitselement	MEP (O2)	GEP(O2)
Temperatuur(°C)	≤21	≤25
Zuurstof(%)	≥80	60-120
WinterDIN(mgN/l)	≤0,22	≤0,46

4.2.5 MEP/GEP variant 3

In deze variant blijft het watertype gelijk aan het huidige type (M32). Doelafleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

4.3 Fytoplankton

4.3.1 Huidige situatie

Tabel 4.7 Grevelingen – Huidige toestand fytoplankton voor M32 (RWS 2012; Nieuwe Toetswaarden RWS). Groen: voldoet aan GEP

Fytoplankton	REF(M32)	ZGET(M32)	GET (M32)	Huidige situatie (2001)
Chlorofyl-a	8	12	18	9
Pheocystis	0	10	17	8,3
Toetswaarde 2008		GEP 0,6	EKR	0,92
Toetswaarde 2012		GEP 0,6	EKR	0,95

Chlorofyl-a

Door de lage nutriëntengehaltes en door de begrazing door mariene schelpdieren is de algenconcentratie zeer laag en is het water helder. In de huidige situatie wordt de hoeveelheid algen gedurende de hele zomer gelimiteerd door stikstof, en kortdurend in het voorjaar door fosfaat. In alle huidige zoute deltawateren wordt het fytoplankton intensief begraasd door schelpdieren (mosselen, oesters, kokkels, enz.). Daardoor is de hoeveelheid algen (de chlorofylconcentratie) veel lager dan op grond van de beschikbare hoeveelheid meststoffen kan worden verwacht (de Vries *et al.* 2013). Gemeten chlorofyl-a dagwaardes bij Dreischor variëren in de periode van 1990 tot en met 2008 meestal tussen 0,1 en 20 µg/l. De jaargemiddelde chlorofyl-a concentraties varieerden in de periode 2000 en 2008 tussen 2,6 en 8,0 µg/l (Wetsteijn 2011). Het jaargemiddelde chlorofyl-a-gehalte bedraagt ca. 5 µg/l (Bouma *et al.* 2008). In 2001 was het zomerhalfjaargemiddelde 9 µg/l, waarmee de toestand voor M32 Zeer Goed (ZGET) was (Van der Molen *et al.* 2012, Tabel 4.7).

Phaeocystis

Phaeocystis bloeien komen periodiek voor in het Grevelingenmeer. In de periode 1996- 2005 werden alleen in de zomers van 1997 en 2001 bloeien ($>10^6$ cellen/l) van Phaeocystis waargenomen (Sierdsema & van den Broek 2007). Met het innemen van Noordzeewater kunnen grote hoeveelheden Phaeocystis binnengelaten worden. De Phaeocystis kolonies kunnen zich in de min of meer stagnante waterkolom niet handhaven en zakken uit naar in eerste instantie de bodem van de diepe put Scharendijke en (vermoedelijk ook) Den Osse.

Wanneer Phaeocystis daar met behulp van zuurstof afgebroken wordt, kan dit bijdragen aan zuurstofloosheid in de diepere delen van het westelijk deel van het meer (Hoeksema 2002). De bloeifrequentie was in 2001 8,3 %.

4.3.2 Referentie en uitgangspunten voor het bepalen van het MEP/GEP

Voor zoute wateren in Nederland zijn de referenties en doelen voor fytoplankton gebaseerd op historische gegevens en modelresultaten (AMOEBE; Baptist & Jagtman 1997). Voor het watertype O2 is de AMOEBE waarde voor de Eems-Dollard gebruikt als klassengrens voor de zeer goede toestand. Deze waarden komen exact overeen met de waarden voor M32 (huidige watertype van de Grevelingen). Voor het type K2 is de AMOEBE waarde voor de Waddenzee gebruikt als referentie.

Zowel chlorofyl-a als Pheocystis bloeien zijn sterk gekoppeld aan nutriënten. Nutriënten worden niet direct beïnvloed door hydromorfologische veranderingen. Er is in feite sprake van afwenteling van nutriënten uit bovenstreams gelegen waterlichamen. Er is daarom gekozen om de REF en GET-waarden (natuurlijke referentie van respectievelijk K2 en O2, Tabel 4.8) over te nemen voor het MEP en GEP (Tabel 4.9 en 4.10).

Tabel 4.8 Grevelingen – Referenties en doelen natuurlijke wateren voor fytoplankton K2 en O2 (Van der Molen et al. 2012)

Fytoplankton	REF(K2)	GET(K2)	REF (O2)	GET(O2)
Chlorofyl-a	9,3	21	8	18
Pheocystis	0	17	0	17

4.3.3 MEP/GEP variant 1

Tabel 4.9 Grevelingen - Doelen fytoplankton voor variant 1 (K2)

Fytoplankton	MEP (K2)	GEP(K2)
Chlorofyl-a	9,3	21
Pheocystis	0	17

4.3.4 MEP/GEP variant 2

Tabel 4.10 Grevelingen - Doelen fytoplankton voor variant 2 (O2)

Fytoplankton	MEP (O2)	GEP(O2)
Chlorofyl-a	8	18
Pheocystis	0	17

4.3.5 MEP/GEP variant 3

In deze variant blijft het watertype gelijk aan het huidige type (M32). Doelafleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

4.4 Overige waterflora

4.4.1 Huidige situatie

Tabel 4.11 Grevelingen – Huidige toestand Overige waterflora voor M32
(Ongepubliceerde toetswaarden RWS) Rood: Slecht

Overige waterflora	GEP	Kwaliteit EKR
Toetswaarde 2008	0,11	0,01
Toetswaarde 2012	nvt*	nvt*

* In een zout meer is er geen potentie voor zeegras en kwelders (Bron: Japink & Bak 2013)

Schorren

Het estuariene karakter van de Grevelingen is verdwenen toen in 1964 de Grevelingendam werd gesloten. Na sluiting van de Brouwersdam in 1971 is de Grevelingen veranderd van zout getijdebekken in een zout stagnant meer met vast waterpeil circa NAP -0,2 m. Dit stagnante waterpeil was verantwoordelijk voor het afnemen van het areaal schorren in de Grevelingen (Pluijm & de Jong 1998). Momenteel is er 370 hectare schor aanwezig in de Grevelingen. Dit is inclusief de vrij ijil begroeide pioniervegetaties (van de Haterd *et al.* 2010).

Zeegras

Voor de aanleg van de Deltawerken was Groot zeegras op slechts enkele plekken in het Zeeuwse en Zuid-Hollandse estuarium aanwezig (Botman en Bijlmer 2013). Harde getallen zijn echter niet beschikbaar. Na de bouw van de Grevelingendam is dit areaal toegenomen. In 1968 was het areaal zeegras circa 1200 hectare (Nienhuis en de Bree 1977 én Verhagen en Nienhuis 1983 in het artikel van Wijgerangs & van Katwijk 1993).

De sluiting van de Brouwersdam in 1971 had als effect dat het doorzicht in de Grevelingen verbeterde. Zeegras profiteerde hier van en verspreidde zich tot grotere dieptes. Kwam zeegras vóór sluiting van de Brouwersdam tot 2,5 à 3 meter diepte voor, na sluiting was zeegras aanwezig tot een waterdiepte van 5 meter. (Wijgerangs & van Katwijk 1993). Het areaal zeegras nam toe tot 4400 ha zeegras in de Grevelingen in 1978 (Botman en Bijlmer 2013). Het oppervlak zeegras kwam hiermee op 41% van het gehele oppervlak van de Grevelingen (10.800 hectare). Dit is zeer hoog aangezien de referentie voor K2- en O2-wateren is gesteld op 7,5% (Molen *et al.* 2012).

Daarna is de Brouwerssluis gebouwd (1978) waarna het systeem op meerdere fronten is gewijzigd. De nutriëntensamenstelling veranderde waaronder de beschikbaarheid van stikstof. Gevolg hiervan was een toename in fytoplankton-bloeiën en afname van het doorzicht. Tevens nam de saliniteit toe. Dit zijn factoren die waarschijnlijk een rol hebben gespeeld bij de sterke afname van het areaal zeegras na 1978 in de Grevelingen. Momenteel groeit er in de Grevelingen geen zeegras (Wijgerangs & van Katwijk 1993).

In 2008 was de kwaliteit van overige waterflora “slecht” (Tabel 4.11). In 2012 is dit kwaliteitselement niet getoetst en zijn geen nieuwe doelen afgeleid, vanwege het ontbreken van potenties voor kwelders en zeegras in een stagnant zout meer (Japink & Bak 2013).

4.4.2 Referentie en uitgangspunten voor het bepalen van het MEP/GEP

Schorren

Er is een natuurlijke referentie afgeleid voor K2 en O2 wateren in Nederland (Van der Molen *et al.* 2012). Er wordt als REF een schorrenareaal van 15% (O2 wateren) en 13% (K2 wateren) van het totaal oppervlak van het waterlichaam gebruikt. De GET voor natuurlijke wateren is respectievelijk 7% (K2) en 8% (O2) (Tabel 4.12).

Deze natuurlijke referentie is niet realistisch in de Grevelingen (als K2 of O2 water) door bedijking en de beperkte getijslag en .

Voor een natuurlijke situatie voor schorren en zeegras in de Grevelingen dient terug gekeken te worden naar een periode van vóór de aanleg van De Grevelingendam (1964), Brouwersdam (1971) en Brouwerssluis (1978); 1960 is een goede referentieperiode voor de Grevelingen als K2 / O2 water.

Het oppervlak schorren in 1960 was 344 ha (Pluijm & de Jong 1998). Dit betreft 3,2% van het totale oppervlak van het waterlichaam Grevelingen (oppervlakte Grevelingen 10.800 hectare) hetgeen beduidend lager is dan de natuurlijke referentie (Van der Molen *et al.* 2012).

Voor de Grevelingen wordt daarom een natuurlijke Referentie van 344 hectare aangehouden (3,2%) (Tabel 4.12).

Over de kwaliteit van de schorren in deze periode is weinig bekend. Naar verwachting was de gehele zoneringsaanwezig (mondelingen mededeling D. de Jong). Er is gekozen om de natuurlijke referentie K2 en O2 (zelfde waarden) over te nemen. De referentie is vastgesteld op 5 punten en het GET op 4 punten (Van der Molen *et al.* 2012) (Tabel 4.12).

Zeegras

De natuurlijke referentie voor het zeegrasareaal is 7,5% van het totaal oppervlak van het waterlichaam, voor zowel K2 als O2 wateren. De bijbehorende natuurlijke GET waarde bedraagt 4%. Over de periode vóór de afsluiting van het Grevelingenmeer is weinig bekend omtrent zeegras. Duidelijk is dat voor de aanleg van de Deltawerken Groot zeegras op slechts enkele plekken in het Zeeuwse en Zuid-Hollandse estuarium aanwezig was. Deze natuurlijke referentie is mogelijk niet realistisch voor de Grevelingen (als K2 of O2 water). Een referentie voor zeegrasareaal in de Grevelingen als K2 of O2 watertype is niet af te leiden door het ontbreken van karteergegevens uit de referentieperiode (voor de afsluiting van de Grevelingen).

Er lijkt wél potentie te zijn voor zeegras in de Grevelingen. Rond 1978 waren er zeer hoge bedekkingen zeegras aanwezig (4400 hectare) in de Grevelingen (als “gesloten” systeem). Daarnaast geldt voor zeegras dat in gebieden met een vergelijkbaar zoutgehalte, getij en doorzicht (bijvoorbeeld in de Oostzee, ten oosten van

Denemarken) wel degelijk zeegras groeit (Van der Heide *et al.* 2009). Lichtbeschikbaarheid en het redox potentiaal worden samen gezien als goede voorspellers van de mogelijkheden voor Groot zeegras (Van der Heide *et al.* 2009). De verwachting is daarom dat er wel degelijk kansen zijn voor Groot (- en Klein) zeegras in de Grevelingen.

Een referentie voor zeegras kwaliteit kan door het ontbreken van informatie niet worden afgeleid. In het verleden zijn groot- en klein zeegras met een goede bedekkingen aanwezig geweest (Bron: mondelinge mededeling Dick de Jong). Hoewel er een verschil is tussen zeegras in de Oosterschelde (littoraal) en zeegras dat potentieel aanwezig zal zijn in de Grevelingen (sublittoraal), is de verwachting dat de kwaliteit van de zeegrasvelden vergelijkbaar kan worden met de Oosterschelde. De REF/GET waarden voor zeegras in de Oosterschelde zijn (Tabel 4.12).:

- Bedekking klein zeegras van 60% / 42% (REF/GET);
- Bedekking groot zeegras van 30% / 21% (REF/GET)

Tabel 4.12 Natuurlijke referentie overige waterflora (K2 of O2) (Van der Molen et al. 2012) en referentie voor de Grevelingen.

Overige waterflora	REF K2/O2	REF Grevelingen	GET K2/O2
Schorren areaal	13/15%	344 ha/ 3,2%	7/8%
Schorren kwaliteit	5	5	4
Zeegras areaal	7.5%	niet bepaald	4%
Zeegras kwaliteit	60(30)*	niet bepaald	42(21)*

**bedekking van klein respectievelijk groot zeegras*

Voor het bepalen van het MEP/GEP waarden voor het areaal van schorren en zeegras is onderzocht wat de potenties zijn van het toekomstige systeem voor overige waterflora op basis van abiotische factoren.

4.4.3 MEP/GEP variant 1

Tabel 4.13 Grevelingen - Doelen overige waterflora voor variant 1 (K2)

Overige waterflora	MEP (K2)	GEP(K2)
Schorren areaal	780 / 7,2%	468 (4,3%)
Schorren kwaliteit	5	4
Zeegras areaal**	5292 / 49%**	3960 / 37%**
Zeegras kwaliteit:		
Klein zeegras % bedekkin	60	42
Groot zeegras %	30	21

***Waarden gebaseerd op begroeibaar areaal. Op dit moment vindt er onderzoek plaats naar de mogelijkheden voor herintroductie van zeegras in de Grevelingen. Zolang er geen aanwijzingen zijn dat zeegras herstel in de Grevelingen mogelijk is, zijn er geen realistische doelen af te leiden voor het areaal zeegras.*

Voor het bepalen van het MEP/GEP waarden voor het areaal van schorren en zeegras is onderzocht wat de potenties zijn van het toekomstige systeem voor overige waterflora op basis van abiotische factoren. Voor schorren zijn de factoren hoogteligging en overstromingsfrequentie meegenomen als bepalende factoren (Bron: excel berekening Dick de Jong). Voor zeegras waterdiepte en doorzicht (*Wielakker et al.* 2011). Er is rekening gehouden met een getijslag van 50 cm (Tabel 4.13 en 4.14).

Schorren

Areaal

Door middel van onderzoek naar waterdieptes, hoogteligging en overstromingsfrequentie in de Grevelingen is het maximaal begroeibaar areaal schorren bij verschillende getijslagen bepaald voor de Grevelingen (Excel bestand Dick de Jong). Hierbij is gebruik gemaakt van verschillende bestanden, waaronder AHN en lodingenkaarten. Uit dit onderzoek komt naar voren dat met een getij van 50 cm (variant 1) een oppervlak van 780 hectare zoutvegetatie verwacht mag worden (7,2% van het gehele oppervlak van waterlichaam Grevelingen) (Bron: excel-bestanden D. de Jong). Deze waarde wordt als MEP overgenomen. Als GEP-waarde wordt een percentage (evenredig aan de EKR-score) van dit areaal meegenomen als KRW-doel; 60% van de MEP-waarde wordt overgenomen in het GEP. Dit is 468 hectare schorren; 4,3% van het gehele oppervlak van het waterlichaam.

Kwaliteit

Voor een natuurlijk schorren-systeem geldt dat er een evenwichtige schorren-zonering aanwezig is van hoge naar lage schorren. Het uiteindelijke kwaliteitsdoel voor de Grevelingen zou daarom vergelijkbaar moeten zijn met de doelen zoals gesteld voor de Oosterschelde. Voor het MEP wordt daarom de metriek kwelderkwaliteit – schorren overgenomen van de Oosterschelde waarbij het MEP op 5 punten in gesteld het GEP op 4 punten (Tabel 4.13).

Hier wordt opgemerkt dat de oevers in de Grevelingen vrij vlak zijn. Deze flauwe helling maakt dat er een relatief groot oppervlakte aan hogeoppervlaktes schorren aanwezig kunnen zijn. Het flauwe talud betekent echter ook dat er relatief weinig hoogteverschil aanwezig is. Dit kan de ontwikkeling van schorren beperken, waardoor er minder zonerings in de schorren kan zijn.

Zeegras

Areaal

Wielakker *et al.* (2011) hebben het maximaal begroeibaar areaal bepaald op basis van de maximale zichtdiepte en de waterdiepte. Als MEP wordt een maximaal begroeibaar areaal van 5292 hectare beschreven (uitgangspunt: doorzicht maximaal 5 meter) en als GEP 3960 hectare (uitgangspunt: maximaal 3 meter doorzicht). De bovengrens voor de zeegras bedekking is gesteld op 1 meter waterdiepte (Wielakker *et al.* 2011) Deze oppervlaktes betreffen respectievelijk 49% en 37% van het totale oppervlak van het waterlichaam de Grevelingen. Deze waarden worden overgenomen als MEP/GEP. Hierbij moet opgemerkt worden dat er momenteel geen zeegras groeit in de Grevelingen en er onderzoek plaatsvindt naar de mogelijkheden voor herintroductie van zeegras. Zolang de uitkomsten van dit onderzoek niet bekend zijn, zijn er geen realistische doelen af te leiden voor zeegras.

Kwaliteit

Hoewel er een verschil is tussen zeegras in de Oosterschelde (littoraal) en zeegras dat potentieel aanwezig zal zijn in de Grevelingen (sublittoraal), is de verwachting dat de kwaliteit van de zeegrasvelden vergelijkbaar kan worden met de Oosterschelde. Het MEP/GEP waarden zijn daarom gelijk gesteld aan de REF/GET waarden voor de Oosterschelde; Een bedekking klein zeegras van 60% / 42% (MEP/GEP) en een bedekking groot zeegras van 30% / 21% (MEP/GEP) (Tabel 4.13).

4.4.4MEP/GEP variant 2

Tabel 4.14 Grevelingen - Doelen overige waterflora voor variant 2 (O2)

Overige waterflora	MEP (O2)	GEP(O2)
Schorren areaal	780 / 7,2%%	468 (4,3%)
Schorren kwaliteit	5	4
Zeegras areaal**	5292 / 49%**	3960 / 37%**
Zeegras kwaliteit:		
Klein zeegras %	60	42
Groot zeegras %	30	21

***Waarden gebaseerd op begroeibaar areaal. Op dit moment vindt er onderzoek plaats naar de mogelijkheden voor herintroductie van zeegras in de Grevelingen. Zolang er geen aanwijzingen zijn dat zeegras herstel in de Grevelingen mogelijk is, zijn er geen realistische doelen af te leiden voor het areaal zeegras.*

Schorren

Areaal

Net als bij variant 1 wordt ook bij variant 2 een getijslag van 50 cm gerealiseerd. Voor het bepalen van het areaal schorren wordt daarom aangesloten bij het maximaal begroeibaar areaal zoals bepaald voor variant 1. Door middel van onderzoek naar waterdieptes, hoogteligging en overstromingsfrequentie in de Grevelingen (Dick de Jong) is het maximaal begroeibaar areaal schorren bij verschillende getijslagen bepaald voor de Grevelingen. Hierbij is gebruik gemaakt van verschillende bestanden, waaronder AHN en lodingenkaarten. Uit dit onderzoek komt naar voren dat met een getij van 50 cm (variant 2) een oppervlak van 780 hectare zoutvegetatie verwacht mag worden (7,2% van het gehele oppervlak van waterlichaam Grevelingen) (Bron: excel-bestanden D. de Jong). Deze waarde wordt als MEP overgenomen.

Kwaliteit

Ook hier geldt dat er bij een natuurlijk schorren-systeem een evenwichtige schorren-zonering aanwezig is van hoge naar lage schorren. Het uiteindelijke kwaliteitsdoel voor de Grevelingen variant 2 (watertype O2) zou daarom (op basis van het watertype) overgenomen kunnen worden van de Westerschelde-doelen (ook watertype O2). Toch wordt hier gekozen om de kwaliteitsdoelen van de Oosterschelde over te nemen. De Grevelingen krijgt bij variant 2 het watertype O2 toegekend maar het betreft hier alleen het zoute gedeelte van het estuarium. Daarom is de Oosterschelde meer representatief als kwaliteitsdoel schorren.

Voor het MEP wordt daarom de metriek kwelderkwaliteit – schorren overgenomen van de Oosterschelde waarbij het MEP op 5 punten is gesteld het GEP op 4 punten.

Zeegras

Areaal

Voor de doelen van zeegras wordt ook hier aangesloten op het MEP/GEP zoals gesteld bij variant 1 (en in het rapport van Wielakker *et al.* 2011). In dit rapport is het maximaal begroeibaar areaal bepaald op basis van de maximale zichtdiepte en de waterdiepte in de Grevelingen. Bij variant 2 wordt een kleinere zichtdiepte verwacht dan bij variant 1. Verondersteld wordt echter dat een zichtdiepte van 3 meter ook bij variant 2 haalbaar zou moeten zijn. Als MEP is daarom ook hier een maximaal begroeibaar areaal van 5292 hectare beschreven (uitgangspunt: doorzicht maximaal 5 meter) en als GEP 3960 hectare (uitgangspunt: maximaal 3 meter doorzicht) opgenomen. Deze oppervlaktes betreffen respectievelijk 49% en 37% van het totale oppervlak van het waterlichaam de Grevelingen.

Kwaliteit

Voor de kwaliteit van het zeegras wordt, net als bij variant 2 van de schorren, verwezen naar de doelen zoals gesteld bij de Oosterschelde; Een bedekking klein zeegras van 60% / 42% (MEP/GEP) en een bedekking groot zeegras van 30% / 21% (MEP/GEP).

4.4.5 MEP/GEP variant 3

In deze variant blijft het watertype gelijk aan het huidige type (M32). Doelafleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

4.5 Macrofauna

4.5.1 Huidige situatie

Diverse aspecten van het macrobenthos (biomassa, dichtheid, aantal soorten, diversiteit) zijn in het Grevelingenmeer afgenomen in de periode 1990-2010. Zowel in het oostelijk deel, maar met name in het westelijk deel in de ondiepere delen is een snelle afname van het benthos geconstateerd, waarbij analyses de invloed van inlaat en verversing, zuurstof, saliniteit en doorzicht laten zien (Arcadis 2013). Sinds 1993 is er een dalende trend waarneembaar in de biomassa van organismen op zachte substraten waarbij deze biomassa tussen 1996 en 2008 gehalveerd is. De gemeenschappen op hard substraat waren tot 1992 – 1993 redelijk stabiel maar daarna was in het grootste deel van de Grevelingen een verarming van de soortendiversiteit waarneembaar. De Japanse Oester is sterk uitgebreid in de Grevelingen. Deze soort is sinds 2007 dominant aanwezig en vormt hard substraat voor verschillende soorten waaronder anemonen, sponzen, zakpijpen, krabben, kreeften en garnalen (Wetsteijn 2011). De toestand op basis van de BEQI 2 maatlat is “matig” (EKR 0.55), waarbij de benthos van de diepere delen “ontoereikend” scoort en van de ondiepe delen matig tot goed (Van Loon & Verschoor 2012).

4.5.2 Referentie en uitgangspunten voor het bepalen van het MEP/GEP

Er is weinig bekend van de macrofauna diversiteit in de periode van voor de aanleg van De Grevelingendam (1964), Brouwersdam (1971) en Brouwerssluis (1978). Vanaf 1992 worden de gegevens betrouwbaar geacht (Van Loon & Verschoor 2012). Daarom kan er voor het beschrijven van een natuurlijke referentie lastig teruggerepen worden op een referentieperiode van een natuurlijk Grevelingen.

Voor de natuurlijke wateren is een BEQI2-index opgesteld voor macrofauna in de Grevelingen en andere waterlichamen in het Delta-gebied. Het betreft hier waterlichaam specifieke doelen in plaats van een doel voor meerdere waterlichamen van hetzelfde watertype. De BEQI2 index is een kwaliteitsmaat voor *zacht* substraat macrobenthos. Er is binnen de KRW geen kwaliteitsmaat voor de macrobenthos van harde substraten.

De BEQI2-index is opgesteld op basis van beschikbare data van zacht substraat benthos in de periode 1992-2007, waarbij als referentie het 99% percentiel is genomen (Van Loon & Verschoor 2012). Hierbij wordt geen rekening gehouden met het watertype van de Grevelingen (M32 of K2 / O2). Voor een referentiesituatie voor de Grevelingen is gebruik gemaakt van de referentie en de Natuurlijke maatlat voor de Oosterschelde (K2) en Westerschelde (O2) (Tabel 4.15). De AMBI-beoordeling is gelijk voor alle watertypen, waarbij de referentie waarde 0 is (geen indicatoren voor organische vervuiling aanwezig)

Tabel 4.15 Referentie- en GET waarden voor macrofauna indicatoren voor natuurlijke wateren (K2 en O2) als referentie voor de Grevelingen (Van der Molen et al. 2012).

Macrofauna	REF	GET
AMBI	0	2,4
K2: Oosterschelde Polyhaline Intertidal		
Soortenrijkdom	45	27
Shannon-index	3,7	2,2
K2: Oosterschelde Polyhaline Subtidal		
Soortenrijkdom	67	40
Shannon-index	5,1	3,1
O2: Westerschelde Polyhaline Intertidal		
Soortenrijkdom	41	25
Shannon-index	3,6	2,2
O2: Westerschelde Polyhaline Subtidal		
Soortenrijkdom	31	19
Shannon-index	3,8	2,3

4.5.3 MEP/GEP variant 1

Tabel 4.16 Grevelingen - Doelen voor macrofauna variant 1 (K2)

Macrofauna	MEP (K2)	GEP(K2)
AMBI	0	2,4
Grevelingen Polyhaline-Intertidal		
Soortenrijkdom	45	27
Shannon-index	3,7	2,2
Grevelingen Polyhaline-Subtidal		
Soortenrijkdom	67	40
Shannon-index	5,1	3,1

Binnen variant 1 lijkt de Grevelingen het meeste op de Oosterschelde (K2). Voor deze variant zijn de REF en GET waarden voor de BEQ12 indicatoren van de Oosterschelde (Tabel 4.15) overgenomen voor het MEP en GEP van de Grevelingen (Tabel 4.16).

4.5.4 MEP/GEP variant 2

Tabel 4.17 Grevelingen - Doelen voor macrofauna variant 2 (O2)

Macrofauna	MEP (O2)	GEP(O2)
AMBI	0	2,4
Grevelingen Polyhaline-Intertidal		
Soortenrijkdom	41	25
Shannon-index	3,6	2,2
Grevelingen Polyhaline-Subtidal		
Soortenrijkdom	31	19
Shannon-index	3,8	2,3

Binnen variant 2 lijkt de Grevelingen het meeste op het zoute deel van de Westerschelde (O2). Voor deze variant zijn de REF en GET waarden voor de BEQ12 indicatoren van de Westerschelde Polyhaline overgenomen voor het MEP en GEP van de Grevelingen (Tabel 4.17).

4.5.5 MEP/GEP variant 3

In deze variant blijft het watertype gelijk aan het huidige type (M32). Doelafleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

4.6 Vissen

4.6.1 Huidige situatie

Tabel 4.18 Grevelingen - Overzicht van waarden voor het kwaliteitselement vis voor M32. Toetswaarden: 2008 is gebaseerd op oude maatlatten (Bron document Grevelingen, RWS 2012), 2012 is gebaseerd op nieuwe maatlatten en betreft een voorlopige ongepubliceerde waarde gebaseerd op 2011 (Bron ONGEPUBLICEEERDE DATA RWS). Geel: Matig

	Ref	ZGET	GET	GEP2007	2010/11
Soortensamenstelling	1	0,8	0,6		
Aantal diadrome vis	5	4	3	3-4	0
Aantal estuarine residenten	10	8	6	6-8	9
Aantal mariene soorten	14	11	8	8-11	4
Aantal zoetwatersoorten	5	4	3	0-1	0
Abundantie					
Biomassa (%) diadrome vis	10	8	6	nvt	0
Biomassa (%) estuarine residenten	10	8	6	nvt	48
Biomassa (%) mariene soorten	20	15	10	nvt	52
Biomassa (%) zoetwatersoorten	10	8	6	nvt	0
Toetswaarde 2008	GEP 0,58	EKR	0,55		
Toetswaarde 2012	GEP 0,59	EKR	0,4		

In de huidige situatie wordt de meeste vis en het grootste aantal soorten waargenomen nabij de Brouwerssluis (Bouma *et al.* 2008). De visbemonstering in de periode 2007-2013 laat zien dat het aantal soorten varieert van 12 (2013) tot 27 (2007) (Wetsteijn *et al.* 2011; data 2007-2013 RWS), met een totaal van 33 soorten in deze periode. De soorten die in hoge aantallen voorkomen, zijn dikkopje, schol en zwarte grondel. In de meest recente bemonstering van 2010/11 werden geen diadrome soorten, 9 estuarien residenten, 4 mariene soorten aangetroffen (Tabel 4.18). In 2013 worden 2 diadrome soorten aangetroffen, 6 estuarien residenten, 4 mariene soorten. Er worden sinds de afsluiting geen zoetwatervissen aangetroffen. In de huidige toestand op basis van de meest recente toetswaarden (2008 en 2012) is de toestand voor M32 "matig". Voor het aantal diadrome soorten en mariene soorten worden de waarden voor het GEP niet gehaald.

4.6.2 Referentie en uitgangspunten voor het bepalen van het MEP/GEP

Vóór 1964 (periode 1960-1936) werden er 27 vissoorten gevangen met een boomkor (Doornbos 1980). De visfauna gevonden in boomkor bevissingen van de voormalige Grevelingen bestond uit 2 diadrome vissoorten, 10 estuariene residenten, 7 mariene juvenielen en 3 mariene seizoensgasten (Doornbos 1980). Aangezien diadrome vissen slecht met boomkor gevangen worden, geeft dit niet een compleet beeld van de soortensamenstelling (Tabel 4.19). In 1964 werd de Grevelingen afgesloten van het zoete water door de aanleg van de Grevelingendam die een onoverkomelijke barrière

vormde voor diadrome vissen. Het visbestand veranderde en werd steeds meer vergelijkbaar met dat van de Oosterschelde.

*Tabel 4.19 Grevelingen - Overzicht vissoorten die sinds 1960 in het Grevelingenmeer voorkomen (samengesteld uit Doornbos 1980; Meijer & Waardenburg 1990). Indeling in ecologische gilden is gebaseerd op Van der Molen et al.(2012). Zoetwatersoorten worden niet in het meer aangetroffen. Dikgedrukte soorten zijn in 2013 aangetroffen, *soorten aangetroffen in de periode 2007-2013. Mariene soorten is een samenvoeging van de "mariene juvenielen" en "mariene seizoensgasten".*

Diadrome soorten	Estuariene residenten	Mariene juvenielen	Mariene soorten (seizoensgasten)	Overige soorten
Driedoornige stekelbaars*	Bot*	Griet*	Ansjovis	Adderzeenaald
Dunlipharder	Botervis*	Haring*	Diklipharder	Dwergtong*
Fint	Brakwatergrondel*	Kabeljauw*	Geep	Gevlekte grondel
Paling*	Dikkopje*	Koornaarvis*	Snotolf	Grauwe poon
Rivierprik	Glasgrondel*	Rode poon	Sprot*	Groene zeedonderpad
Spiering*	Grote zeenaald*	Schar*	Vijfdradige meun*	Hondshaai
Zalm	Harnasman	Schol*		Horsmakreel
Zeeforel	Kleine zeenaald*	Steenbolk*		Koolvis
Zeeprik	Puitaal*	Tarbot*		Makreel
	Slakdolf*	Tong*		Mul
	Vorskwab	Wijting*		Pijlstaartrog
	Zandspiering*	Zeebaars*		Pitvis*
	Zeedonderpad*			Pollak
	Zwarte grondel*			Regenboogforel
				Ruwe haai
				Sardien*
				Schelvis
				Smelt
				Tongschar
				Zeepaling (conger)

In 1971 werd de Grevelingen door de aanleg van de Brouwersdam afgesloten van de Noordzee en verdwenen door verzoeting estuariene soorten, waardoor het aantal soorten dat gevangen werd met boomkorbemonsteringen terugliep 31 naar 20. Na de aanleg en de ingebruikname van de Brouwerssluis nam dit weer toe naar 26 (Doornbos 1980; Bouma et al. 2008). In bemonsteringen met fuiken en waarnemingen van duikers werden in de periode 1980-1989 jaarlijks 44 tot 51 soorten waargenomen (Meijer & Waardenburg 1990), waarvan het merendeel (39 van de in totaal 58 aangetroffen soorten) zeldzaam was. Het totaal aantal soorten dat in de Grevelingen

is aangetroffen, is opgenomen in Tabel 4.19 en bestaat uit 9 diadrome vissoorten, 14 estuariene residenten 12 mariene juvenielen en 6 mariene seizoensgasten, daarnaast zijn er 21 overige soorten.

Vis is niet beschreven als kwaliteitselement van K2, doelaflleiding voor dit watertype is niet relevant.

Omdat de vangsttechnieken die zijn vereist in overgangswateren (ankerkuil) verschillen van de methoden die gehanteerd zijn in eerdere studies in de Grevelingen (fuiik, Meijer & Waardenburg 1990 en boomkor, data RWS) kunnen deze resultaten niet 1 op 1 gebruikt worden voor het afleiden van de waarden voor het MEP/GEP. De waarden die gebruikt worden in de natuurlijke referentie voor Westerschelde (Van der Molen *et al.* 2012) zijn daarom als uitgangspunt genomen, waarbij de natuurlijke referentie van O2 (REF) is overgenomen als MEP voor de Grevelingen. Een belangrijk verschil is dat de Westerschelde het gehele overgangswater omvat, inclusief de brakke delen, terwijl de Grevelingen het zoute deel is van het estuarium (en het Volkerak het brakke deel).

Tabel 4.20 Overzicht van waarden voor de natuurlijke maatlatten van het kwaliteitselement vis voor O2 (Eems-Dollard en Westerschelde) (Van der Molen *et al.* 2012)

Vissen			REF (O2)	GET(O2)
Totaal				
Soortensamenstelling	diadrome vis	aantal soorten	12	7,2
	estuarine residenten	aantal soorten	14	8,4
	mariene juveniel	aantal soorten	11	6,6
	mariene seizoensgast	aantal soorten	7	4,2
	zoetwatersoorten	aantal soorten	15	9
Abundantie	diadrome vis	aantal spiering*	2500/110/81	131/30/25
		aantal fint*	11285/5900/1145	2855/1696/313
	estuarine residenten	aantal slakdolf	2100	240
		aantal bot	121	33
	mariene juveniel	aantal haring	2000	480
	zoetwatersoorten	aantal pos	675	75

* Aantal van respectievelijk 0+/subadult/adult

4.6.3 MEP/GEP variant 1

In deze variant is het watertype van de Grevelingen K2. Het kwaliteitselement vis is niet voor dit watertype opgenomen. Doelaflleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

4.6.4 MEP/GEP variant 2

Tabel 4.21 Grevelingen - Overzicht van waarden voor het kwaliteitselement vis voor O2

Vissen			MEP (O2)	GEP(O2)
Totaal				0,39
Soortensamenstelling	diadrome vis	aantal soorten	12	-
	estuarine residenten	aantal soorten	14	-
	mariene juveniel	aantal soorten	11	-
	mariene seizoensgast	aantal soorten	7	-
	zoetwatersoorten	aantal soorten	15	nvt
Abundantie	diadrome vis	aantal spiering*	2500/110/81	-
		aantal fint*	11285/5900/1145	-
	estuarine residenten	aantal slakdolf	2100	-
		aantal bot	121	-
	mariene juveniel	aantal haring	2000	-
	zoetwatersoorten	aantal pos	675	0

*n.v.t.: niet meegenomen in de maatlat voor O2 (Van der Molen et al. 2012) * Aantal van respectievelijk 0+/subadult/adult*

De deelmaatlaten voor abundantie zijn ontwikkeld op basis van de Eems-Dollard, maar worden van toepassing geacht op de Westerschelde. Omdat er geen andere gegevens beschikbaar zijn, zijn deze ook overgenomen voor de Grevelingen. Voor alle deelmaatlaten zijn de REF waarden overgenomen voor het MEP (Tabel 4.21).

De visgemeenschap verandert in deze variant in de richting van een visgemeenschap van een estuarium, waarbij de verbinding met de Noordzee en het Volkerak en de zoet-zout gradiënt als stuurfactor fungeren voor de visgemeenschap.

De Grevelingen behoort in deze variant overwegend tot het zoute gedeelte van het estuarium, omdat de zoet-zout gradiënt zich in het Volkerak bevindt. De visgemeenschap lijkt dus niet zo zeer op de Westerschelde, maar meer op de Oosterschelde. De GEP waarde voor de abundantie van zoetwatersoorten (pos) is daarom voor de Grevelingen op 0 gesteld, in tegenstelling tot de natuurlijke GET waarde voor O2 van 75. De visgegevens uit de referentieperiode van de Grevelingen laten zien dat de GET waarden voor de natuurlijke maatlaten van O2 voor de soortensamenstelling grotendeels haalbaar kunnen zijn. Maar voor de soortensamenstelling en abundantie van diadroma vis wordt verwacht dat de doelen voor de GET (O2) niet gehaald worden, omdat de doortrek mogelijkheden naar het achterland nog steeds beperkt zijn door hydromorfologische ingrepen.

Het is niet mogelijk om op deelmaatlat niveau een kwantitatieve voorspelling te doen van de waarden voor het GEP. De best beschikbare doelafleiding is het lenen van de huidige GEP waarden van de Westerschelde. In 2011 was de score van de nieuwe maatlat in de Westerschelde 0,38 (Van der Molen *et al.* 2012, data RWS) Met name de abundantie maatlat voor diadrome vissen (aantallen fint) en estuariene residenten

(slakdolf en bot) zorgen voor een matige score (zie soortenlijsten in Goudswaard & Breine 2011). Het GEP voor de maatlat vissen is voor de Westerschelde vastgesteld op 0,39 en overgenomen voor de Grevelingen voor variant 2 (Tabel 4.21).

4.6.5 MEP/GEP variant 3

In deze variant blijft het watertype gelijk aan het huidige type (M32). Doelafleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

4.7 GEP Tabel Grevelingen

Tabel 4.16 Grevelingen - Overzicht van doelen (MEP en GEP).

GREVELINGEN VARIANT 1 K2				DOELAFLEIDING	
Kwaliteitselement	Uitgangspunt		MEP (K2)	GEP(K2)	
<i>Fysich chemische parameters</i>					
Temperatuur	(°C)	Afwenteling: Natuurlijke referentie K2 MEP/GEP is ZGET/GET	≤21	≤25	
Zuurstof	(%)	Afwenteling: Natuurlijke referentie K2 MEP/GEP is ZGET/GET	≥80	60-120	
WinterDIN	(mg/l)	Afwenteling: Natuurlijke referentie K2 MEP/GEP is ZGET/GET	≤0,22	≤0,46	
<i>Biologische kwaliteits elementen</i>					
Fytoplankton				0,6	
Abundantie	Chlorotyl-a	(ug/l)	Afwenteling: Natuurlijke referentie K2 MEP/GEP is REF/GET	9,3	21
Soortensamenstelling	Pheocystis	%bloefrequentie	Afwenteling: Natuurlijke referentie K2 MEP/GEP is REF/GET	0	17
Angiospermen					
Schorren	Schorraareaal	% waterlichaam	Potentieel begroeibaar areaal obv abiotiek: excel-bestand D de Jong	7,2% (780 ha)	4,3% (468 ha)
Schorren	Schorkwaliteit	punten	Conform natuurlijke maatlat K2 Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	5	4
Zeegras	Zeegrasareaal	% waterlichaam	Potentieel begroeibaar areaal obv abiotiek: Wielakker et al., 2011	49% (5249 ha)**	37% (3960 ha)**
Zeegras	Zeegraskwaliteit klein zeegras	% bedekking	Conform natuurlijke maatlat K2 Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	60	42
Zeegras	Zeegras kwaliteit groot zeegras	% bedekking	Conform natuurlijke maatlat K2 Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	30	21
Macrofauna				0,6	
BEQI2 niveau 3	AMBI	AMBI waarde	Conform natuurlijke maatlat K2 Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	0	2,4
BEQI2 niveau 3	Soortenrijkdom-Intertidal	aantal	Conform natuurlijke maatlat K2 Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	45	27
BEQI2 niveau 3	ShannonIndex-Intertidal	index	Conform natuurlijke maatlat K2 Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	3,7	2,2
BEQI2 niveau 3	Soortenrijkdom-Subtidal	aantal	Conform natuurlijke maatlat K2 Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	67	40
BEQI2 niveau 3	ShannonIndex-Subtidal	index	Conform natuurlijke maatlat K2 Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	5,1	3,1
				DOELAFLEIDING	
		Uitgangspunt	MEP (O2)	GEP(O2)	
<i>Fysich chemische parameters</i>					
Temperatuur	(°C)	Afwenteling: Natuurlijke referentie O2 MEP/GEP is ZGET/GET	≤21	≤25	
Zuurstof	(%)	Afwenteling: Natuurlijke referentie O2 MEP/GEP is ZGET/GET	≥80	60-120	
WinterDIN	(mg/l)	Afwenteling: Natuurlijke referentie O2 MEP/GEP is ZGET/GET	≤0,22	≤0,46	
<i>Biologische kwaliteits elementen</i>					
Fytoplankton				0,6	
Abundantie	Chlorotyl-a	(ug/l)	Afwenteling: Natuurlijke referentie O2 MEP/GEP is REF/GET	8	18
Soortensamenstelling	Pheocystis	%bloefrequentie	Afwenteling: Natuurlijke referentie O2 MEP/GEP is REF/GET	0	17
Angiospermen					
Schorren	Schorraareaal	% waterlichaam	Potentieel begroeibaar areaal obv abiotiek: excel-bestand D de Jong	7,2% (780 ha)	4,3% (468 ha)
Schorren	Schorkwaliteit	punten	Conform natuurlijke maatlat Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	5	4
Zeegras	Zeegrasareaal	% waterlichaam	Potentieel begroeibaar areaal obv abiotiek: Wielakker et al., 2011	49% (5292 ha)**	37% (3960 ha)**
Zeegras	Zeegraskwaliteit klein zeegras	% bedekking	Conform natuurlijke maatlat Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	60	42
Zeegras	Zeegras kwaliteit groot zeegras	% bedekking	Conform natuurlijke maatlat Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	30	21
Macrofauna				0,6	
BEQI2 niveau 3	AMBI	AMBI waarde	Conform natuurlijke maatlat K2 Oosterschelde MEP/GEP is REF/GET	0	2,4
BEQI2 niveau 3	Soortenrijkdom-Intertidal	aantal	Conform natuurlijke maatlat O2 Westerschelde-Polyhaline MEP/GEP is REF/GET	41	25
BEQI2 niveau 3	ShannonIndex-Intertidal	index	Conform natuurlijke maatlat O2 Westerschelde-Polyhaline MEP/GEP is REF/GET	3,6	2,2
BEQI2 niveau 3	Soortenrijkdom-Subtidal	aantal	Conform natuurlijke maatlat O2 Westerschelde-Polyhaline MEP/GEP is REF/GET	31	19
BEQI2 niveau 3	ShannonIndex-Subtidal	index	Conform natuurlijke maatlat O2 Westerschelde-Polyhaline MEP/GEP is REF/GET	3,8	2,3
Vis				0,39	
Soortensamenstelling	diadrome vis	aantal soorten	Conform Westerschelde	12	-
Soortensamenstelling	estuarine residenten	aantal soorten	Conform Westerschelde	14	-
Soortensamenstelling	mariene juveniel	aantal soorten	Conform Westerschelde	11	-
Soortensamenstelling	mariene seizoensgast	aantal soorten	Conform Westerschelde	7	-
Soortensamenstelling	zoetwatersoorten	aantal soorten	vervalt (van der Molen <i>et al.</i> 2012)	15	nvt
Abundantie	diadrome vis	aantal spiering	Conform Westerschelde	2500/110/81	-
		aantal fint	Conform Westerschelde	11285/5900/1145	-
Abundantie	estuarine residenten	aantal slakdolf	Conform Westerschelde	2100	-
		aantal bot	Conform Westerschelde	121	-
Abundantie	mariene juveniel	aantal haring	Conform Westerschelde	2000	-
Abundantie	zoetwatersoorten	aantal pos	0: zoute deel van estuarium, zoetwatersoorten ontbreken	675	0

**Waarden gebaseerd op begroeibaar areaal. Op dit moment vindt er onderzoek plaats naar de mogelijkheden voor herintroductie van zeegras in de Grevelingen. Zolang er geen aanwijzingen zijn dat zeegras herstel in de Grevelingen mogelijk is, zijn er geen realistische doelen af te leiden voor het areaal zeegras.

5 Doelafleiding Volkerak

5.1 Watertype, status en maatregelen

Het Volkerak is sinds de afsluiting in 1987 door verschillende deltawerken een afgesloten zeearm. Binnen een paar maanden na de afsluiting werd het water van het Volkerak-Zoommeer zoet door rivierwater vanuit het Hollandsch Diep in te laten via de Volkeraksluizen. Daarnaast werd het peil gefixeerd op NAP 0 m, waardoor een groot deel van het voormalige intergetijdengebied permanent droog viel. Het Volkerak is toen veranderd in een zoet, stagnant meer met een vast peil. Aan het Volkerak is het watertype M20: Matig grote diepe gebufferde meren toegekend. Het meer ontvangt zoet water uit Brabantse rivieren (de Mark/Dintel, de Steenbergse Vliet) en de verblijftijd is lang. Het waterlichaam heeft de status 'sterk veranderd' op basis van onomkeerbare hydromorfologische ingrepen (bedijking, afsluiting, peilbeheer) (RWS 2012a).

5.1.1 SGBP maatregelen

Tabel 5.1 Maatregelen in SGBP (bron: PausTabel II versie 0.7)

BPRW ID	Type	Maatregel	Omvang	Eenheid
x2025	vispassages/geleiding	vispassages naar polders	3,00	locatie
x2030	vispassages/geleiding	visvriendelijk spuibeheer	2,00	locatie
x3002	verkenningen	Studie nut/noodzaak aanvullende zuivering RWZI Dinteloord	1,00	locatie
x3011	verkenningen	Studie nut/noodzaak aanvullende zuivering RWZI Ooltgensplaat	1,00	locatie
x3012	verkenningen	Studie nut/noodzaak aanvullende zuivering RWZI Oude Tonge	1,00	locatie
x9920	visbeheer	Praktijk experiment Actief biologisch beheer	1,00	locatie

Het KRW maatregelenprogramma voor het Volkerak is opgenomen in het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015 en gerapporteerd aan de Europese Commissie via de Stroomgebiedbeheerplannen 2009-2015 (SGBP) (Tabel 5.1).

5.1.2 Varianten

Tabel 5.2 Volkerak - 3 varianten en bijbehorende watertypen

Variant	Maatregel	type	getijslag
1	Getij op de Grevelingen	M20	nvt
2	Getij op aaneengesloten Grevelingen en VZM	O2	30 cm
3	Getij op Volkerak Zoommeer via Oosterschelde	O2	30 cm

Op hoofdlijnen worden binnen de varianten maatregelen voorgesteld waarbij verbindingen tussen deltawateren worden gerealiseerd. Door deze maatregelen ontstaat een getijslag en verandert het watertype in het Volkerak (Tabel 5.2).

5.2 Fysische-chemie

5.2.1 Huidige situatie

Chloride en zuurstof

Voor de afsluiting van het Volkerak-Zoommeer bedroeg het chloridegehalte van het open water ongeveer 14 g/l. Vanaf 1987 wordt het chloridegehalte van het Volkerak-Zoommeer gereguleerd door middel van een doorspoelbeheer. Zoutaanvoer vindt nog plaats als gevolg van schutverliezen, zoute kwel en uitspoeling uit buitendijkse gronden. Wanneer het chloridegehalte te veel stijgt, wordt dit door de inlaat van water uit het Hollandsch Diep tegengegaan. In 1993 werd de chloridenorm bijgesteld tot 0,45 g/l (Tosserams *et al.* 2000). De zuurstofverzadiging van het oppervlaktewater varieert tussen de 80 en de 120% (Sierdsema en van den Broek 2007c).

Nutriënten

Sinds het begin van de jaren negentig is er in het Krammer-Volkerak sprake van ernstige waterkwaliteitsproblemen. Het ecosysteem functioneert niet goed als gevolg van de hoge nutriëntenbelasting en de lange verblijftijd van het water, waardoor er sprake is van een jaarlijks terugkerende blauwalgenbloei. Omdat de waterkwaliteit in het gehele meer nagenoeg hetzelfde is, wordt nog maar op één punt in het meer, bij Steenberg en de waterkwaliteit gemeten.

Voor stikstof, doorzicht en fosfaat voldoet de toestand niet aan het GEP (RWS 2012a). Nieuwe (ongepubliceerde) toetsgegevens laten zien dat doorzicht en fosfaat inmiddels wel voldoen.

De huidige situatie van het Volkerak met betrekking tot fysisch-chemische kwaliteitselementen voor temperatuur, zuurstof, chloride en zuurgraad voldoet wel aan het GEP (Goed Ecologisch Potentieel).

Tabel 5.3 *Volkerak- huidige toestand en doelen fysisch chemische KRW kwaliteitselementen voor M20. (RWS 2012a) Groen: Voldoet aan GEP, Geel: Matig, Oranje: ontoereikend.*

Fysisch-chemisch kwaliteitselement	GET(M20)	GEP(M20)	Huidige situatie Steenberg en (2006 t/m 2008)
Temperatuur(°C)	25	25	23,2
Zuurstof(%)	60-120		101,8
Chloride(mg/l)	200	450	367
pH	6,5-8,5		8,48
Doorzicht(m)	1,7	1,7	1,07
P (mg/l)	0,03	0,07	0,12
N (mg/l)	0,9	1,3	3,38

5.2.2 Referentie en uitgangspunten voor het bepalen van het MEP/GEP

Het GEP-fysische-chemie (en GEP-hydromorfologie) zijn ondersteunend aan het GEP-biologie. De algemene fysisch-chemische en hydromorfologische condities van het GEP moeten zodanig zijn opgesteld, dat zij toereikend zijn om de biologische kwaliteitselementen van het GEP te realiseren en het functioneren van het ecosysteem te waarborgen. Nutriëntenconcentraties worden in de Deltawateren niet beïnvloed door hydromorfologische ingrepen. Derhalve worden voor nutriënten voor het GEP steeds dezelfde waarden gehanteerd als voor de GET. Deze waarden voor O₂ zijn afkomstig uit Van der Molen *et al.* (2012) (Tabel 5.4) De ZGET en GET waarden voor O₂ zijn overgenomen voor respectievelijk het MEP en GEP (Tabel 5.5 en 5.6)

Tabel 5.4 Volkerak - Natuurlijke doelen fysisch-chemische kwaliteitselementen voor O₂ (Van der Molen *et al.* 2012).

Fysische-chemie kwaliteitselement	ZGET O ₂	GET O ₂
Temperatuur(°C)	≤21	≤25
Zuurstof(%)	≥80	60-120
WinterDIN(mgN/l)	≤0,22	≤0,46

5.2.3 MEP/GEP variant 1

In deze variant blijft het watertype gelijk aan het huidige type (M20). Doelafleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

5.2.4 MEP/GEP variant 2

Tabel 5.5 Volkerak - Doelen fysisch-chemische kwaliteitselementen voor variant 2 (O₂)

Fysische-chemie kwaliteitselement	MEP (O ₂)	GEP(O ₂)
Temperatuur(°C)	≤21	≤25
Zuurstof(%)	≥80	60-120
WinterDIN(mgN/l)	≤0,22	≤0,46

5.2.5 MEP/GEP variant 3

Tabel 5.6 Volkerak - Doelen fysisch-chemische kwaliteitselementen voor variant 3 (O2)

Fysische-chemie kwaliteitselement	MEP (O2)	GEP(O2)
Temperatuur(°C)	≤21	≤25
Zuurstof(%)	≥80	60-120
WinterDIN(mgN/l)	≤0,22	≤0,46

5.3 Fytoplankton

5.3.1 Huidige situatie

Tabel 5.7 Volkerak – Huidige toestand fytoplankton voor M20 (RWS 2012a en data RWS).
Geel: Matig, Oranje: Ontoereikend

Fytoplankton	REF(M20)	ZGET(M20)	GET (M20)	GEP(M20)	Situatie Steenbergen
1999: Chlorofyl-a	3,84	7	8		35,5
Soortensamenstelling	geen bloei				0,3
EKR 2008					0,5
EKR 2012				0,58	0,55

Als gevolg van eutrofiëring is er in het Volkerak regelmatig sprake van overlast door blauwalgen in het zomerhalfjaar. In 1999 werden bloeien waargenomen van oa *Microcystis* (Van der Molen *et al.* 2012). De waterkwaliteit van het Volkerak-Zoommeer is verbeterd sinds 2008: er zijn minder algen, de helderheid van het water neemt toe en blauwalgenoverlast neemt af en verschuift naar later in het seizoen. Begrazing door de quaggamossel is, naast afgenomen belasting met fosfaat vanuit Brabant, waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak van de toegenomen helderheid. Deze mossel heeft zich in korte tijd in groten getale gevestigd in verschillende Nederlandse meren. De mossel voedt zich met algen en houdt de overlast zo in toom. Opgemerkt moet worden dat de kwaliteit op twee relatief diepe plekken wordt gemonitord en dat elders in het meer op ondiepe plekken wel enkele blauwalgendrijflagen zijn waargenomen (De Vries & Postma 2013). De voorlopige toetsresultaten van 2012 laten zien dat het GEP (0.58) in de huidige toestand bijna gehaald wordt (0.55), het oordeel voor fytoplankton is “matig”.

Phaeocystis bloeien komen in de huidige situatie niet voor in het Volkerak. Bloeien van Phaeocystis treden niet op bij een lage saliniteit, omdat de soort zich niet kan handhaven in wateren met een gemiddelde saliniteit van < 13 gC/l (Van der Molen *et al.* 2012).

5.3.2 Referentie en uitgangspunten voor het bepalen van het MEP/GEP

Voor zoute wateren in Nederland zijn de referenties en doelen voor fytoplankton gebaseerd op historische gegevens en modelresultaten (AMOEBE; Baptist & Jagtman 1997). Voor het watertype O2 is de AMOEBE waarde voor de Eems-Dollard gebruikt als klassengrens voor de zeer goede toestand.

Voor de afsluiting werd de fytoplanktongemeenschap in het Volkerak-Zoommeer gedomineerd door mariene kiezelwieren en dinoflagellaten. Deze gemeenschap werd verdreven als gevolg van de doorspoeling van het Volkerak-Zoommeer vanaf 1987. Vanaf september van dat jaar nam de populatie zoetwateralgen snel toe. Aangezien het momenteel een zoetwatermeer betreft, komen er geen Phaeocystis-bloeien voor (Sierdsema & van den Broek 2007).

Zowel chlorofyl-a als Phaeocystis bloeien zijn sterk gekoppeld aan nutriënten. Nutriënten worden niet direct beïnvloed door hydromorfologische veranderingen. Er is in feite sprake van afwenteling van nutriënten uit bovenstreams gelegen waterlichamen. Er is daarom gekozen om de REF en GET-waarden (natuurlijke referentie van O2, Tabel 5.8) over te nemen voor het MEP en GEP (Tabel 5.9 en 5.10).

Tabel 5.8 Referenties en doelen natuurlijke wateren voor fytoplankton O2 (Van der Molen et al. 2012)

Fytoplankton	REF (O2)	GET(O2)
Chlorofyl-a	8	18
Pheaocystis	0	17

5.3.3 MEP/GEP variant 1

In deze variant blijft het watertype gelijk aan het huidige type (M20). Doelafleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

5.3.4 MEP/GEP variant 2

Tabel 5.9 Volkerak - Doelen fytoplankton voor variant 2 (O2)

Fytoplankton	MEP (O2)	GEP(O2)
Chlorofyl-a	8	18
Pheaocystis	0	17

5.3.5 MEP/GEP variant 3

Tabel 5.10 Volkerak - Doelen fytoplankton voor variant 3 (O2)

Fytoplankton	MEP (O2)	GEP(O2)
Chlorofyl-a	8	18
Pheacystis	0	17

5.4 Overige waterflora

5.4.1 Huidige situatie

Tabel 5.11 Volkerak – Huidige toestand Overige waterflora voor M20
(Bron: ongepubliceerde gegevens RWS)

Overige waterflora	GEP	Kwaliteit EKR
Toetswaarde 2008		0,27
Toetswaarde 2012	0,46	0,25

Vanaf de start van de monitoring in het zoete VZM (1992) tot 2002 was sprake van een sterke achteruitgang van de aanwezigheid van waterplanten. De bedekking met waterplanten op het Krammer-Volkerak nam af naar een minimum van 2% in 2002. In 2005 - 2006 was de bedekking van de ondiepe zones op het Krammer-Volkerak ongeveer 15% (MER waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer 2012). Het voorkomen van waterplanten nam in de periode 2005 - 2013 weer toe. Naast (submerse) waterplanten (voornamelijk fonteinkruiden, aarvederkruid en Zannichellia) komen op een kleiner oppervlak wieren voor (draadwieren en darmwier) (Jentink 2013). De toestand is op basis van de nieuwe maatlaten echter nog "ontoereikend" (zowel 2008 als 2012) (Tabel 5.11). De recente toename van waterplanten kan, worden gezien als volgend op het herstel van de waterkwaliteit (De Vries & Postma 2013).

De bouw van de open stormvloedkering (1986) betekende enerzijds het vergroten van de veiligheid maar daarnaast kon het unieke landschap (schorren) in de Oosterschelde (en aanvankelijk ook Volkerak) behouden blijven. Het getij is met 10% gereduceerd.

Met de bouw van de compartimentsdammen (in 1983 de Markiezaatskade, in 1986 de Oesterdam, in 1987 de Philipsdam) is het Volkerak afgesloten van de Oosterschelde. Hiermee is het Volkerak veranderd in een zoet, stagnant meer. Door ontbreken van getij zijn alle schorren in het Volkerak verloren gegaan (Pluijm & de Jong 1998). Zeegras heeft in het verleden niet of nauwelijks in het Volkerak gegroeid. Mogelijk was het wel aanwezig, maar is het weinig opgemerkt. Momenteel groeit er geen zeegras in het Volkerak (Tosserams *et al.* 2000).

5.4.2 Referentie en uitgangspunten voor het bepalen van het MEP/GEP

Schorren

Areaal

Voor een natuurlijke referentie voor schorren en zeegras in het Volkerak is terug gekeken naar een periode van vóór het sluiten van de stormvloedkering én de compartimentssluizen ofwel de periode van vóór 1985. Uit data uit 1978 blijkt dat het areaal schorren in 1978 616 hectare bedroeg (Pluijm & de Jong 1998) (9,7 % van het totale oppervlak van het waterlichaam Volkerak). Dit areaal is meegenomen als referentie voor schorren in het Volkerak. Dit percentage ligt lager dan de natuurlijke referentie voor O2 wateren. Voor O2 wateren (Eems-Dollard en Westerschelde) ligt het percentage van de natuurlijke referentie op 15% van het totale waterlichaam en is de overgang naar de GET vastgesteld op 8% (Tabel 5.12) (Van der Molen *et al.* 2012).

Over de kwaliteit van de schorren voor de afsluiting van het Volkerak is weinig bekend. Naar verwachting was de gehele zonerings aanwezig (mondelingen mededeling D. de Jong). Er is gekozen om de natuurlijke referentie van O2 over te nemen. De referentie is vastgesteld op 5 punten en het GET op 4 punten (Van der Molen *et al.* 2012) (Tabel 5.12).

Zeegras

De natuurlijke referentie voor het zeegrasareaal is 7,5% van het totaal oppervlak van het waterlichaam, voor O2 wateren. De bijbehorende natuurlijke GET waarde bedraagt 4% (Van der Molen *et al.* 2012, Tabel 5.12). Zeegras (Klein zeegras) is in het verleden waargenomen in het Volkerak (Kogel & de Jong 1983 in Tosserams *et al.* 2000). Er zijn echter geen karteergegevens beschikbaar van deze periode. Er kan daarom geen referentie vastgesteld worden op basis van een referentiejaar. Er is echter wél potentie voor zeegras in het Volkerak (mondelingen mededeling Dick de Jong).

Een referentie voor zeegras kwaliteit kan door het ontbreken van informatie eveneens niet worden afgeleid. Er is daarom gebruik gemaakt van de referentie van natuurlijke wateren (O2: Westerschelde/). De REF/GET waarden voor zeegras in de Westerschelde zijn; Een bedekking klein zeegras van 60% / 42% (REF/GET) en een bedekking groot zeegras van 30% / 21% (REF/GET) (Tabel 5.12).

Tabel 5.12 Natuurlijke referentie overige waterflora (O2) en referentie voor het Volkerak

Overige waterflora	REF O2	REF Volkerak	GET O2
Schorren areaal	15%	616 ha/ 9,7%	8%
Schorren kwaliteit	5	5	4
Zeegras areaal	7.5%	niet bepaald	4%
Zeegras kwaliteit	60%(30%)*	niet bepaald	42%(21%)*

*bedekking met klein respectievelijk groot zeegras

5.4.3 MEP/GEP variant 1

In deze variant blijft het watertype gelijk aan het huidige type (M20). Doelafleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

5.4.4 MEP/GEP variant 2

Voor het bepalen van het MEP/GEP waarden voor het areaal van schorren en zeegras is onderzocht wat de potenties zijn van het toekomstige systeem voor overige waterflora op basis van abiotische factoren waarbij gebruik gemaakt is van de voorspelling van ecotopen in een zout Volkerak-Zoommeer (Meijers *et al.* 2008). Voor schorren zijn de factoren hoogteligging en overstromingsfrequentie meegenomen als bepalende factoren, Voor zeegras oa. waterdiepte en doorzicht (Meijers *et al.* 2008) (Tabel 5.13 en 5.14).

Tabel 5.13 Volkerak - Doelen overige waterflora voor variant 2 (O2)

Overige waterflora	MEP (O2)	GEP(O2)
Schorren areaal (ha)	161 / 2,5%	97 / 1,5%
Schorren kwaliteit	5	4
Zeegras areaal	180 / 2,8%	108 / 1,7%
Zeegras kwaliteit:		
Groot zeegras	30%	21%

Schorren

Er is een habitatanalyse uitgevoerd (Meijers *et al.* 2008) waarbij een voorspelling is gedaan naar te verwachten habitattypes bij een zout Volkerak – Zoommeer met een getijslag van 30 cm. Hieruit blijkt dat in totaal 92 hectare “zoute vegetatie, schorren” (ecotoop type 2 (T2)) verwacht mag worden en 69 hectare “zoute pioniersvegetatie (ecotoop type 4 (T4)). Deze arealen (totaal 161 hectare) worden meegenomen als het MEP. Dit is 2,5% van het totale oppervlakte van het waterlichaam.

Als GEP-waarde is een percentage (evenredig aan de EKR-score) van dit areaal meegenomen als KRW-doel; 60% van de MEP-waarde is overgenomen als het GEP. Dit is 97 hectare schorren (1,5% van het totale oppervlak van het waterlichaam Volkerak). Het MEP is beduidend lager dan de referentie van 616 hectare (Tabel 5.12). Dit wordt grotendeels veroorzaakt, omdat in variant 2? het getij in het Volkerak een factor 10 keer zo klein is dan in de referentie situatie.

Voor het MEP van de metriek kwelderkwaliteit wordt de natuurlijke referentie van O2 overgenomen (zie Tabel 5.12).

Zeegras

Op basis van de ecotopen in de habitatanalyse van Deltares (Meijers *et al.* 2008) is voorspeld waar zeegras potentieel kan groeien. Verondersteld wordt dat zeegras kan groeien in ecotoop type T12 (matig diep water met veel licht) en in een deel van T8 (ondiep water). Het ecotoop T8 betreft ondiep water vanaf 0,2 tot 1 meter. Zeegras kan echter pas voorkomen vanaf een waterdiepte van 0,5 meter (mondelingen mededeling D. de Jong). Daarom is er aangenomen dat in slechts de helft van het ecotoop T8 zeegras kan voorkomen.

In totaal is op basis van de beschikbare voorspelling van ecotopen (Meijers *et al.* 2008) een oppervlakte van 180 hectare potentieel begroeibaar areaal zeegras in het Volkerak afgeleid (2,8% van het totale oppervlak van het waterlichaam). Dit maximaal potentieel begroeibare areaal zeegras is overgenomen al het MEP.

Als GEP-waarde is een percentage (evenredig aan de EKR-score) van dit areaal meegenomen als KRW-doel; 60% van de MEP-waarde wordt overgenomen in het GEP. Dit is 108 hectare zeegras (1,7% van het totale oppervlak van het waterlichaam). Hierbij is de verwachting dat alleen Groot zeegras met een voldoende kwaliteit aanwezig zal zijn; bedekkingen van 30% (MEP) tot 21% (GEP) (Conform Natuurlijke maatlat Westerschelde, O2 (Van der Molen *et al.* 2012). Klein zeegras zal ontbreken (mondelinge mededeling Dick de Jong).

5.4.5 MEP/GEP variant 3

Tabel 5.14 Volkerak - Doelen overige waterflora voor variant 3 (O2)

Overige waterflora	MEP (O2)	GEP(O2)
Schorren areaal (ha)	161 / 2,5%	97 / 1,5%
Schorren kwaliteit	5	4
Zeegras areaal	180 / 2,8%	108 / 1,7%
Zeegras kwaliteit:		
Groot zeegras	30	21

De inschattingen van de mogelijkheden voor overige waterflora veranderen niet wanneer water wordt ingelaten vanuit de Oosterschelde in plaats van de Grevelingen (mits getijslag identiek is). De doelafleiding is voor deze variant niet wezenlijk anders, en er kan worden verwezen naar de doelafleiding voor variant 2 (§5.4.4).

5.5 Macrofauna

5.5.1 Huidige situatie

Na de afsluiting van het Volkerak trad er verzoeting op. Dit leidde tot verschuivingen in macrofaunagroepen. Tussen 1987 en 1988 nam de zoutwatermacrofauna, waartoe de veelborstelige wormen behoren, sterk af. Muggenlarven en brak- en zoetwatermolusken namen in deze periode toe. Ook is het aantal driehoeksmosselen

tussen 1990 en 1995 sterk toegenomen. In het Krammer-Volkerak kwamen hoge dichtheden driehoeksmosselen voor (tot circa 800 exemplaren per m² in 1998) (Tosserams *et al.* 2000 in Milieueffectrapportage Volkerak 2012). Bij de verkenning van de driehoeksmosseldichtheid in november 2011 is vastgesteld dat de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) nagenoeg volledig (99%) is verdrongen door de quaggamossel (*Dreissena bugensis*) (Bij de Vaate *et al.* 2011). Deze exoot komt nu in een hoge dichtheid voor.

In 2006 is het Volkerak voor macrofauna op basis van de natuurlijke maatlat voor watertype M20 beoordeeld met een EKR van 0,42 (matig). Genoemde knelpunten hierbij waren drijfslagen van blauwalgen en een geringe zichtdiepte. Ook speelt de aanwezigheid van onvoldoende ontzilte ondiepe zones en oeverzones mogelijk een rol (MER waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer 2012).

5.5.2 Referentie en uitgangspunten voor het bepalen van het MEP/GEP

Er is weinig bekend van de macrofauna diversiteit in het Volkerak in de periode van vóór de aanleg van de stormvloedkering én de compartimentssluisen (periode vóór 1985). Daarom kan er voor het beschrijven van een natuurlijke referentie lastig teruggegrepen worden op een referentieperiode van een natuurlijk Volkerak.

De natuurlijke maatlat voor het Volkerak (watertype M20) is niet geschikt als referentie voor een overgangswater. Bij alle zoute wateren in het Deltagebied is een BEQI2-index vastgesteld onafhankelijk van het watertype. De BEQI2-index is opgesteld op basis van beschikbare data van zacht substraat benthos in de periode 1992-2007, waarbij als referentie het 99% percentiel is genomen (Van Loon & Verschoor 2012). Voor het Volkerak is echter geen BEQI2-index vastgesteld.

Bij het opstellen van een referentie en het afleiden van het MEP/GEP voor het Volkerak is daarom gezocht naar een referentiegebied waarvan de BEQI2-index overgenomen kan worden. Bij variant 2 en 3 wordt het Volkerak een overgangswater (O2) met een getij van 30 cm. Qua zoutgehalte en dynamiek lijkt het Volkerak als overgangswater het meeste op het middeldeel van de Westerschelde (watertype O2, mesohaline). Daarom wordt de BEQI2-index van het Mesohaline intertidal en Mesohaline subtidal van de Westerschelde overgenomen als referentie, waarna de afleiding van het MEP en GEP voor het Volkerak is gebaseerd op de REF en GET waarden.

Voor Intertidal Volkerak geldt dan een Referentie Soortenrijkdom van 29 en een Shannon-index van 3,3. Voor het subtidal Volkerak geldt een referentie Soortenrijkdom van 22 en een Shannon-index van 3,2.

Tabel 5.15 Referentie- en GET waarden voor macrofauna indicatoren voor natuurlijke wateren (O2) als referentie voor het Volkerak (Van der Molen et al. 2012; Van Loon & Verschoor 2012)

Macrofauna	REF	GET
AMBI	0	2,4
O2: Westerschelde Mesohaline Intertidal		
Soortenrijkdom	29	17
Shannon-index	3,3	2,0
O2: Westerschelde Mesohaline Subtidal		
Soortenrijkdom	22	13
Shannon-index	3,2	2,0

5.5.3 MEP/GEP variant 1

In deze variant blijft het watertype gelijk aan het huidige type (M20). Doelafleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

5.5.4 MEP/GEP variant 2

Tabel 5.16 Volkerak - Doelen voor macrofauna variant 2 (O2)

Macrofauna	MEP (O2)	GEP(O2)
AMBI	0	2,4
Volkerak Mesohaline-Intertidal		
Soortenrijkdom	29	17
Shannon-index	3,3	2,0
Volkerak Mesohaline-Subtidal		
Soortenrijkdom	22	13
Shannon-index	3,2	2,0

Binnen variant 2 lijkt het Volkerak het meeste op het brakke middendeel van de Westerschelde (O2). Voor deze variant zijn de REF en GET waarden voor de BEQI2 indicatoren van de Westerschelde Mesohaline (Tabel 5.15) overgenomen voor het MEP en GEP van het Volkerak (Tabel 5.16).

5.5.4 MEP/GEP variant 3

Tabel 5.17 Volkerak - Doelen voor macrofauna variant 3 (O2)

Macrofauna	MEP (O2)	GEP(O2)
AMBI	0	2,4
Volkerak Mesohaline-Intertidal		
Soortenrijkdom	29	17
Shannon-index	3,3	2,0
Volkerak Mesohaline-Subtidal		
Soortenrijkdom	22	13
Shannon-index	3,2	2,0

De inschattingen van de mogelijkheden voor macrofauna veranderen niet wanneer water in het Volkerak wordt ingelaten vanuit de Oosterschelde in plaats van de Grevelingen. De doelaflading is voor deze variant niet wezenlijk anders dan voor variant 2. Ook binnen variant 3 lijkt het Volkerak het meeste op het brakke middendeel van de Westerschelde (O2). Voor deze variant zijn de REF en GET waarden voor de BEQ12 indicatoren van de Westerschelde Mesohaline (Tabel 5.15) overgenomen voor het MEP en GEP van het Volkerak (Tabel 5.17).

5.6 Vissen

5.6.1 Huidige situatie

Tabel 5.18 Overzicht van huidige waarden voor het kwaliteitselement vis voor M20. Toetswaarden: 2008 is gebaseerd op oude maatlatten (Brondocument Volkerak, RWS 2012a), 2012 is gebaseerd op nieuwe maatlatten en betreft een voorlopige ongepubliceerde waarde gebaseerd op 2011 (Bron: ongepubliceerde gegevens RWS).

Vis	2011	GET (M20)
Soortensamenstelling		
Aandeel brasem	49	15-25
Baars en blankvoorn/eurytopen	19	35-45
Plantenminnende vis	0,03	10-15
Zuurstoftolerante vis	0	2-3
Leeftijdsopbouw		
Aandeel snoekbaars > 40 cm	78%	>50%
Toetswaarde 2008	GEP 0,46 EKR	0,34
Toetswaarde 2012	GEP 0,17 EKR	0,16

Sinds de afsluiting zijn de mariene vissoorten vervangen door zoetwatervissoorten. Deze zoetwatervissoorten zijn afkomstig uit de Brabantse rivieren en uit de wateren achter de Volkeraksluizen, het Haringvliet en het Hollandsch Diep

(Milieueffectrapportage Volkerak 2012). De visstand in het Volkerak wordt gedomineerd door eurytope soorten (baars, paling, snoekbaars, blankvoorn en pos) (van Kessel *et al.* 2011). Brasem was in 2007-2008 de dominante vissoort, maar is in 2010-2011 sterk achteruitgegaan in aantallen gevangen exemplaren ten opzichte van baars, de meest dominante vissoort (De Vries & Postma 2013). De maatlat voor vis scoort ontoereikend/matig door het hoge aandeel brasem en daaraan gekoppeld lage aandeel van baars, blankvoorn, plantminnende vis en zuurstoftolerante vis (Tabel 5.18).

5.6.2 Referentie en uitgangspunten voor het bepalen van het MEP/GEP

Tot 1987 werd het Volkerak gekenmerkt door een overwegend mariene visfauna, met vertegenwoordigers van het diadrome gilde, estuarien residente en marien juveniele soorten en mariene seizoensgasten, naast brakwatertolerante zoetwatersoorten. De visfauna in het voormalige Volkerak bestond uit 9 diadrome vissoorten, 23 mariene soorten en 9 soorten zoetwater vis (Meijer & Van der Horst 1993). Van de genoemde diadrome soorten kwamen na de verzoeting alleen nog de bot, driedoornige stekelbaars, paling, spiering en rivierprik in het Volkerak-Zoommeer voor; de fint, grote marene, zeeprik en zeeforel/zalm werden nog slechts incidenteel gevangen in lage aantallen (Meijer & Van der Horst 1993; Jager 2010).

Omdat de vangsttechnieken die zijn vereist in overgangswateren (ankerkuil) verschillen van de methoden die gehanteerd zijn in eerdere studies (fuis in Meijer & Van der Horst 1993) kunnen deze eigenlijk niet 1 op 1 gebruikt worden voor het afleiden van de waarden voor het MEP/GEP. De waarden die gebruikt worden in de natuurlijke referentie voor Westerschelde (Van der Molen *et al.* 2012) en de daarvan afgeleide GET waarden zijn daarom als uitgangspunt genomen. Een belangrijk verschil is dat de Westerschelde het gehele overgangswater omvat, inclusief de zoute delen, terwijl de Volkerak het brakke (mesohaliene) deel is van het estuarium.

Tabel 5.19 Overzicht van REF en GET waarden voor de natuurlijke maatlatten van het kwaliteitselement vis voor O2 (Eems-Dollard en Westerschelde) die als referentie dienen voor het Volkerak als overgangswater (Van der Molen et al. 2012).

Vissen			REF (O2)	GET(O2)
Totaal				
Soortensamenstelling	diadrome vis	aantal soorten	12	7,2
	estuarine residenten	aantal soorten	14	8,4
	mariene juveniel	aantal soorten	11	6,6
	mariene seizoensgast	aantal soorten	7	4,2
	zoetwatersoorten	aantal soorten	15	9
Abundantie	diadrome vis	aantal spiering*	2500/110/81	131/30/25
		aantal fint*	11285/5900/1145	2855/1696/313
	estuarine residenten	aantal slakdolf	2100	240
		aantal bot	121	33
	mariene juveniel	aantal haring	2000	480
	zoetwatersoorten	aantal pos	675	75

* Aantal van respectievelijk 0+/subadult/adult

5.6.3 MEP/GEP variant 1

In deze variant blijft het watertype gelijk aan het huidige type (M20). Doelafleiding is daarom niet van toepassing bij deze variant.

5.6.4 MEP/GEP variant 2

Tabel 5.20 Volkerak – Doelen voor vis variant 2 (O2)

Vissen			MEP (O2)	GEP(O2)
Totaal				0,39
Soortensamenstelling	diadrome vis	aantal soorten	12	-
	estuarine residenten	aantal soorten	14	-
	mariene juveniel	aantal soorten	11	-
	mariene seizoensgast	aantal soorten	7	-
	zoetwatersoorten	aantal soorten	15	nvt
Abundantie	diadrome vis	aantal spiering*	2500/110/81	-
		aantal fint*	11285/5900/1145	-
	estuarine residenten	aantal slakdolf	2100	-
		aantal bot	121	-
	mariene juveniel	aantal haring	2000	-
	zoetwatersoorten	aantal pos	675	-

n.v.t.: niet meegenomen in de maatlat voor O2 (Van der Molen et al. 2012) * Aantal van respectievelijk 0+/subadult/adult

De data uit de referentieperiode van het Volkerak laten zien dat de GET waarden voor de natuurlijke maatlaten van O2 voor de soortensamenstelling haalbaar kunnen zijn. Het aantal soorten diadrome vis zou kunnen achterblijven afhankelijk van de doortrekmogelijkheden naar het achterland. Voor de abundantie zijn de waarden niet haalbaar, met name de aantallen diadrome vissen zullen achterblijven. Door het brakke karakter van het Volkerak zal ook het aantal mariene soorten kunnen achterblijven.

Het is niet mogelijk om op deelmaatlat niveau een kwantitatieve voorspelling te doen van de waarden voor het GEP. De best beschikbare doelafleiding is het lenen van de huidige GEP waarden van de Westerschelde. Het GEP is voor vissen voor de Westerschelde vastgesteld op 0,39 en is overgenomen voor het Volkerak voor variant 2 en 3.

5.6.5 MEP/GEP variant 3

Tabel 5.21 Volkerak – Doelen voor vissen variant 3 (O2)

Vissen			MEP (O2)	GEP(O2)
Totaal				0,39
Soortensamenstelling	diadrome vis	aantal soorten	12	-
	estuarine residenten	aantal soorten	14	-
	mariene juveniel	aantal soorten	11	-
	mariene seizoensgast	aantal soorten	7	-
	zoetwatersoorten	aantal soorten	15	nvt
Abundantie	diadrome vis	aantal spiering*	2500/110/81	-
		aantal fint*	11285/5900/1145	-
	estuarine residenten	aantal slakdolf	2100	-
		aantal bot	121	-
	mariene juveniel	aantal haring	2000	-
	zoetwatersoorten	aantal pos	675	-

*n.v.t.: niet meegenomen in de maatlat voor O2 (Van der Molen et al. 2012) * Aantal van respectievelijk 0+/subadult/adult*

De inschattingen van de mogelijkheden voor vis veranderen niet wanneer water in het Volkerak wordt ingelaten vanuit de Oosterschelde in plaats van de Grevelingen. De Grevelingen zal als overgangswater namelijk veel gelijkenissen vertonen met de Oosterschelde met betrekking tot de visfauna. De doelafleiding is voor deze variant gelijk aan variant 2 (§5.6.4).

5.7 GEP Tabel Volkerak

Tabel 5.16 Volkerak - Overzicht van doelen (MEP en GEP) voor variant 2 en 3

VOLKERAK VARIANT 2 en 3 O2				DOELAFLEIDING	
Kwaliteitselement			Uitgangspunt	MEP (O2)	GEP(O2)
<i>Fysich chemische parameters</i>					
Temperatuur	(°C)		Afwenteling: Natuurlijke referentie O2 MEP/GEP is ZGET/GET	≤21	≤25
Zuurstof	(%)		Afwenteling: Natuurlijke referentie O2 MEP/GEP is ZGET/GET	≥80	60-120
WinterDIN	(mg/l)		Afwenteling: Natuurlijke referentie O2 MEP/GEP is ZGET/GET	≤0,22	≤0,46
<i>Biologische kwaliteits elementen</i>					
Fytoplankton					
Abundantie	Chlorofyl a	(ug/l)	Afwenteling: Natuurlijke referentie O2 MEP/GEP is REF/GET	8	18
Soortensamenstelling	Pheacocystis	%bloefrequentie	Afwenteling: Natuurlijke referentie O2 MEP/GEP is REF/GET	0	17
Angiospermen					
Schorren	Schorareaal	% waterlichaam	Potentieel begroeibaar areaal obv abiotiek: Meijers et al. 2008	2,5% (161 ha)	1,5% (97 ha)
Schorren	Schorkwaliteit		Conform natuurlijke maatlat Westerschelde MEP/GEP is REF/GET	5	4
Zeegras	Zeegrasareaal	% waterlichaam	Potentieel begroeibaar areaal obv abiotiek: Meijers et al. 2008	2,8% (180)**	1,7% (108 ha)**
Zeegras	Zeegraskwaliteit klein zeegras	% bedekking	nvt	nvt	nvt
Zeegras	Zeegras kwaliteit groot zeegras	% bedekking	Conform natuurlijke maatlat Westerschelde MEP/GEP is REF/GET	60	54
Macrofauna					
BEQI2 niveau 3	AMBI	AMBI waarde	Conform natuurlijke maatlat O2 Westerschelde-Mesohaline MEP/GEP is REF/GET	0	2,4
BEQI2 niveau 3	Soortenrijkdom-Intertidal	aantal	Conform natuurlijke maatlat O2 Westerschelde-Mesohaline MEP/GEP is REF/GET	29	17
BEQI2 niveau 3	ShannonIndex-Intertidal	index	Conform natuurlijke maatlat O2 Westerschelde-Mesohaline MEP/GEP is REF/GET	3,3	2
BEQI2 niveau 3	Soortenrijkdom-Subtidal	aantal	Conform natuurlijke maatlat O2 Westerschelde-Mesohaline MEP/GEP is REF/GET	22	13
BEQI2 niveau 3	ShannonIndex-Subtidal	index	Conform natuurlijke maatlat O2 Westerschelde-Mesohaline MEP/GEP is REF/GET	3,2	2
Vis					
Soortensamenstelling	diadrome vis	aantal soorten	Conform Westerschelde	12	-
Soortensamenstelling	estuarine residenten	aantal soorten	Conform Westerschelde	14	-
Soortensamenstelling	mariene juveniel	aantal soorten	Conform Westerschelde	11	-
Soortensamenstelling	mariene seizoensgast	aantal soorten	Conform Westerschelde	7	-
Soortensamenstelling	zoetwatersoorten	aantal soorten	vervalt (van der Molen <i>et al.</i> 2012)	15	nvt
Abundantie	diadrome vis	aantal spiering	Conform Westerschelde	2500/110/81	-
		aantal fint	Conform Westerschelde	11285/5900/1145	-
Abundantie	estuarine residenten	aantal slakdoof	Conform Westerschelde	2100	-
		aantal bot	Conform Westerschelde	121	-
Abundantie	mariene juveniel	aantal haring	Conform Westerschelde	2000	-
Abundantie	zoetwatersoorten	aantal pos	Conform Westerschelde	675	-

**Waarden gebaseerd op begroeibaar areaal. Op dit moment vindt er onderzoek plaats naar de mogelijkheden voor herintroductie van zeegras in de Grevelingen. Zolang er geen aanwijzingen zijn dat zeegras herstel mogelijk is, zijn er geen realistische doelen af te leiden voor het areaal zeegras.

6 Discussie en aanbevelingen

6.1 Overige waterflora

Schorren

In zowel de Grevelingen als het Volkerak is het areaal schorren sterk achteruit gegaan toen het estuariene karakter van de waterlichamen verdween. In het Volkerak zijn schorren volledig uit het systeem verdwenen (Pluijm & De Jong 1998) en in de Grevelingen is het areaal schorren sterk afgenomen tot een huidige areaal schorren van 370 hectare (Van de Haterd *et al.* 2010). Het terugbrengen van het getij lijkt in beide waterlichamen de belangrijkste voorwaarde voor het toenemen van het schorrenareaal / terugbrengen van schorren. Welk areaal en welke kwaliteit er verwacht mag worden, is moeilijk in te schatten. In de Grevelingen zijn de oevers vrij vlak. Deze flauwe helling maakt dat het oppervlak hoge schorren relatief groot zou kunnen zijn. Het flauwe talud betekent ook dat er relatief weinig hoogteverschil (en daarmee verschil in overstromingsduur) aanwezig is. Dit kan de ontwikkeling van schorren beperken; de natuurlijke schorren-zonering van hoog naar laag gaat immers gepaard met de variatie in morfologie en dynamiek.

Het schorren-areaal en de schorren-kwaliteit in het Volkerak is direct afhankelijk van het oevertalud en variatie in hoogte en overstromingsduur. In de loop der jaren heeft het Volkerak steeds stijlere klif-overtjes gekregen; een proces dat veel voorkomt in zoete meren. Het is niet helemaal duidelijk op welke wijze het oevertalud zich gaat ontwikkelen onder invloed van het getij, maar de verwachting is dat ook hier de oevertaluds zullen verflauwen.

Zeegras

Er komt momenteel geen zeegras voor in zowel de Grevelingen als het Volkerak. Herintroductie van zeegras is noodzakelijk om zeegras terug te krijgen in deze waterlichamen. Er worden momenteel voorbereidingen getroffen voor een pilot waarbij zeegras uitgezaaid wordt op de Slikken van Flakkee (mondelijke mededeling D. de Jong). De voorgestelde doelen in voorliggend rapport kunnen alleen gehaald worden als herintroductie van zeegras plaatsvindt en dit ook aanslaat. Naast voldoende licht zijn ook andere (onbekende) factoren van belang voor de herstelmogelijkheden en groeipotenties van zeegras. De uitkomsten van de transplantatie-pilot zijn daarom belangrijk voor het inschatten van de haalbaarheid van de gestelde doelen voor zeegras in de Grevelingen en het Volkerak.

6.2 Macrofauna

Ontbreken maatlat voor hard substraat macrofauna

De BEQI2 index is een kwaliteitsmaat voor *zacht* substraat macrobenthos. Er is geen kwaliteitsmaat voor de macrobenthos van harde substraten. De verwachting is dan ook dat positieve veranderingen in de macrobenthos onderschat kunnen worden door de macrofauna maatlat gebaseerd op BEQI2. Verwacht wordt dat herstel van de

estuariene dynamiek en uitwisseling, en het daaraan gekoppelde verbetering van de zuurstofconcentratie in de bodem zal leiden tot verbeteringen in de mogelijkheden voor hard substraat macrofauna. Deze verbetering zal echter niet manifesteren in de score van de KRW macrofauna maatlat.

Keuzemogelijkheid BEQI2-index M32- of K2-watertype

Voor macrofauna in de Grevelingen en Volkerak zijn de doelen overgenomen van de natuurlijke maatlat Oosterschelde (K2) of de Westerschelde (O2) zoals verwoord in Van der Molen *et al.* (2012). Het gaat hierbij om het overnemen van de BEQI2-index. Uitgangspunt hierbij was dat in de Grevelingen en het Volkerak als kust- of overgangswater (K2- / O2-watertype) een dergelijke (intergetijde) macrofaunagemeenschap verwacht wordt. Beide waterlichamen zijn echter momenteel een gesloten systeem en zullen daarom (met name in de beginjaren na het openstellen van de waterlichamen) niet hoog scoren op een maatlat voor kust- of overgangswater. Verwacht wordt dat in de loop der jaren steeds meer getijdesoorten zich in de Grevelingen en Volkerak zullen vestigen maar dergelijke verschuivingen zullen niet direct zichtbaar zijn in de KRW-beoordeling op de natuurlijke maatlat K2 of O2.

Voor de Grevelingen als stagnant water (M32 watertype) is een waterlichaam-specifieke BEQI2-index vastgesteld. Er kan overwogen worden om voor dit waterlichaam de Grevelingen-specifieke BEQI2-index als KRW-doel vast te stellen voor het subtidal deel van de Grevelingen en deze uit te breiden met een BEQI2-index van intertidal water als doel voor de typische getijdesoorten. Voor Grevelingen subtidal wordt dan gebruik gemaakt van de huidige BEQI2 voor de Grevelingen, voor Grevelingen intertidal voor de BEQI2 Oosterschelde Polyhaline-Intertidal. De maatlat Grevelingen als K2 water komt er dan als volgt uit te zien:

macrofauna	ZGET (K2)	GET(K2)	MEP (K2)	GEP(K2)
AMBI	0 – 1,2	1,2 – 2,4	0	2,4
Grevelingen subtidal				
Soortenrijkdom	44 - 35	35 – 26	44	26
Shannon-index	4,2 – 3,3	3,3 – 2,5	4,2	2,5
Grevelingen intertidal*				
Soortenrijkdom	45 - 36	36 – 27	45	27
Shannon-index	3,7 – 3,0	3,0 – 2,2	3,7	2,2

*conform Oosterschelde Polyhaline-Intertidal-gebied

In voorliggend rapport is voor de Grevelingen niet gekozen voor bovenstaande methode.

Gebruik van de BEQI2 Grevelingen

De Grevelingen specifieke BEQI2-index (M32 watertype) kan ook een goede methodiek kunnen zijn om te gebruiken bij projectmonitoring; vaststellen van

verschuivingen in de macrofauna-gemeenschap van de Grevelingen na het openstellen van de waterlichamen. De resultaten op de Grevelingen-BEQI2-index kunnen dan namelijk vergeleken worden met resultaten van voorgaande analyses uitgevoerd met dezelfde BEQI2-index van de Grevelingen (M32).

6.3 Vissen

Methodische onderbouwing vissenmaatlat

De natuurlijke referentie voor overgangswateren is afgeleid van de Eems-Dollard en van toepassing geacht op de Westerschelde. Omdat de referentie situatie van vóór de afsluiting sterk verschilt tussen deze wateren zou er onderzocht moeten worden in hoeverre deze referentie waarden voor de Grevelingen en het Volkerak gebruikt kunnen worden.

Discussie doelaflading overgangswateren

Omdat de vangsttechnieken die zijn vereist in overgangswateren (ankerkuil) verschillen van de methoden die gehanteerd zijn in eerdere studies in de Grevelingen en Volkerak (boomkor, electro en fuik) kunnen deze niet 1 op 1 vergeleken worden. Het is dan ook niet mogelijk om op basis van de bestaande visdata in de Grevelingen een voorspelling te doen van de haalbaarheid van het GEP in een overgangswater.

Er is nu gebruik gemaakt van de natuurlijke referentie en maatlaten van O2. De waarden van de maatlat zijn gebaseerd op een volledige estuarium zoals de Westerschelde, waarbinnen zowel brakke (mesohaline) als zoute (polyhaline) delen aanwezig zijn. Omdat zowel de Grevelingen als het Volkerak slechts een deel van het estuarium omvatten, kan verwacht worden dat de natuurlijke maatlaten niet direct toepasbaar zijn. Zo ontbreken in een toekomstige situatie als overgangswater in de Grevelingen zoetwater soorten en zal het aantal mariene soorten in het Volkerak beperkt zijn. Voor variant 2 is het aan te bevelen Volkerak en Grevelingen als één waterlichaam te beschouwen en voor variant 3 het Volkerak en de Oosterschelde als één waterlichaam te beschouwen.

Bemonsteringsmethode

Zowel de huidige methode (boomkor) als de toekomstige bemonsteringsmethode voor O2 (ankerkuil) zijn niet altijd geschikt om alle diadrome vissoorten te vangen: voor driedoornige stekelbaars is bijvoorbeeld de maaswijdte te groot. Er is wel aangetoond in een vergelijkende studie tussen fuiken en ankerkuil in de riviermonding van de Schelde, dat ankerkuilmethode het beste werkt voor de pelagische vissen in het estuarium (Goudswaarde & Breine 2011). Of deze methode ook een volledig beeld geeft in een overgangswater met beperkt getij zou moeten worden onderzocht.

Het effect van seizoen en aantal bemonsteringen (aantal tochten, aantal trekken) is zeer sterk terug te vinden in de huidige reviews van vissoorten in de Grevelingen. Bij bemonsteren met een ankerkuil is er bovendien een sterk effect van de richting van het getij (vloed versus eb). Het handboek hydrobiologie omvat geen voorschriften die standaardisatie van deze variatie ondervangen. Om te voorkomen dat variatie in de

uitvoeringsmethode veranderingen in de score voor de KRW bepaalt, is standaardisatie noodzakelijk.

Toepasbaarheid natuurlijke referentie voor O2

Voor vissen in overgangswateren zijn de natuurlijke referentie waarden overgenomen voor het MEP. De vraag is echter of een gereduceerd getij, ook leidt tot gereduceerde kansen voor mariene soorten o.a. door beperkte uitwisseling (evenredig met de hoeveelheid getij) en oppervlak intergetijdengebied en ondiep water dat als kinderkamer dient. Bovendien wordt aanbevolen om voor diadrome vissoorten spiering en fint in een later stadium vast te stellen in hoeverre de beperkte migratiemogelijkheden naar het zoete achterland (hydromorfologische verandering) de aantallen in het estuarium beïnvloeden. Vooralsnog zijn de GET waarden overgenomen als GEP.

7 Effectinschatting KRW

7.1 Inhoud van dit hoofdstuk

In dit hoofdstuk is informatie verzameld die bijdraagt aan een inschatting van de effecten van de 3 varianten op KRW kwaliteitselementen en de haalbaarheid van de voorgestelde waarden voor het GEP in de Grevelingen en het Volkerak.

Om tot een inschatting van de effecten op de KRW kwaliteitselementen te komen, is eerst voor zowel de Grevelingen als het Volkerak de referentiesituatie en autonome ontwikkeling beschreven. Daarna is per variant ingegaan op de belangrijkste veranderingen voor de KRW.

Per variant is ingeschat wat de effecten zijn op:

- 1) Het kwaliteitselement hydromorfologie;
- 2) De kwaliteitselementen fysische-chemie;
- 3) Het kwaliteitselement fytoplankton;
- 4) Het kwaliteitselement overige waterflora;
- 5) Het kwaliteitselement macrofauna;
- 6) Het kwaliteitselement vissen;
- 7) Het voorkomen van achteruitgang van de toestand van de oppervlaktewateren;
- 8) Het beschermen, verbeteren en herstellen van de oppervlaktewateren.

Ad 7 en 8:

De belangrijkste milieudoelstellingen van de Kaderrichtlijn Water zijn voor alle oppervlaktewateren i) Maatregelen uitvoeren ter voorkoming van achteruitgang van de toestand ii & iii) Beschermen, verbeteren en herstellen van en het behalen van de goede toestand of goed ecologisch potentieel in 2015 (met mogelijkheid tot uitstel tot 2027) iv) verontreinigingen verminderen en emissies beëindigen (Artikel 4, lid 1a).

Hieruit vloeit voort dat op hoofdlijnen varianten (en de daarbinnen voorgestelde maatregelen) zouden moeten bijdragen aan het voorkomen van achteruitgang van de toestand en het beschermen, verbeteren en herstellen van het oppervlakte water. Deze feitelijke hoofddoelen van de richtlijn zijn daarom ook meegenomen in de effectinschatting.

7.2 Referentie en autonome ontwikkeling

7.2.1 Referentie en autonome ontwikkeling Grevelingen

In de huidige situatie is het Grevelingenmeer een afgesloten zeearm: een zout meer waarin (beperkte) uitwisseling van water met de Noordzee plaats vindt via de Brouwerssluis. Het beheer van de Brouwerssluis is gericht op maximale uitwisseling, rekening houdend met het streefpeil van het meer van NAP $-0,2$ m. Door de aanwezigheid van de Grevelingendam vindt in de huidige situatie geen uitwisseling met water van de Oosterschelde en/of het Krammer-Volkerak plaats.

De Flakkeese spuisluis zal in de nabije toekomst opnieuw in gebruik genomen worden om meer dynamiek in het Grevelingenmeer terug te krijgen. Door het opnieuw in gebruik nemen van deze sluis zal in de toekomst weer uitwisseling met de Oosterschelde plaats gaan vinden. Ook vindt er een pilot-onderzoek plaats waarbij zeegras zal worden geïntroduceerd.

In de Grevelingen is de waterkwaliteit na de afsluiting geleidelijk verslechterd, waarbij gebrek aan dynamiek en het daaraan gekoppelde ontstaan van stratificatie en zuurstofloosheid het grootste zorgpunt zijn voor het behalen van KRW doelen. Door het ontbreken van getij ontstaat in de waterkolom van het meer regelmatig een gelaagde structuur (stratificatie) met onderling grote verschillen in zoutgehalte, temperatuur en zuurstof. Wanneer dit fenomeen, met name in de zomer, lang aanhoudt, leidt dit tot zuurstofloosheid van de onderste waterlaag, met nadelige gevolgen voor het bodemleven (macrofauna, bodemvissen). Bovendien ontstaan witte matten en strengen op de bodem van het meer, gevormd door zwavelbacteriën. De matten of strengen van bacteriën verergeren naar verwachting deze omstandigheden, omdat ze zuurstof verbruiken (ontwerp-MER RGV versie 3.12). De condities voor de ecologische kwaliteitselementen macrofauna en vis van de Grevelingen verslechteren daardoor.

Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis zal naar verwachting geen grote veranderingen in de zuurstofhuishouding tot gevolg hebben, maar een zeer beperkte verbetering in het oostelijke deel van de Grevelingen (MIRT Grevelingen deel B 2012).

In het Brondocument Grevelingenmeer (RWS 2012) is aangegeven dat de huidige situatie voor de fysisch-chemische kwaliteitselementen en fytoplankton voldoen aan de GEP waarde (Goed Ecologisch Potentieel). De toestand van macrofauna en vis is "matig". De toestand van overige waterflora is "slecht"

De verwachting is dat een combinatie van de huidige toestand en het verder verslechteren van de zuurstofcondities en daaraan gekoppelde ecologische processen zal zorgen dat het Goed Ecologisch Potentieel in 2027 niet gehaald kan worden voor de kwaliteitselementen overige waterflora, macrofauna en vis.

Fysische Chemie

Hoewel op de KRW-meetpunten sprake is van een goede zuurstofverzadiging van de waterkolom treedt in de diepe delen van het grote stilstaande meer in de huidige situatie zuurstofloosheid op als gevolg van stratificatie. Bij Dreischor treden in de huidige situatie vanaf medio juni zuurstofloze condities op en worden tot en met september verlaagde concentraties gemeten (Deltares 2010). Metingen van de zuurstofconcentraties in de waterkolom, die sinds enkele jaren op twintig locaties regelmatig worden uitgevoerd (GTSO), wijzen erop dat de zuurstofloosheid zich verspreidt van de diepe putten naar de rest van het meer. In de huidige situatie is het areaal dat gedurende een aaneengesloten periode van 7 dagen zuurstofloos is (1 m boven de bodem, zuurstofconcentratie < 3 mg/l) circa 1.300 ha (MIRT verkenning

Grevelingen milieueffectrapport deel B 2012). Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis zal onder het huidige beheer naar verwachting geen grote veranderingen in de zuurstofhuishouding tot gevolg hebben. Het zal wel de stratificatie in het oosten van het meer iets tegengaan, maar de zuurstofvraag van de in laag dynamische gebieden over de jaren opgebouwde sliblaag zal blijven bestaan. In de Grevelingen zal met het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis de stikstofconcentratie met circa 10% toenemen (Zijl & Nolte, 2006). Alle fysisch chemische kwaliteitselementen voldoen aan het GEP (RWS 2012; Botman & Bijlmer in voorbereiding 2013).

Fytoplankton

Door de lage nutriëntenconcentraties en door de begrazing door mariene schelpdieren is de algenconcentratie zeer laag en is het water helder. Phaeocystis bloeien komen periodiek voor in het Grevelingenmeer. Wanneer Phaeocystis daar met behulp van zuurstof afgebroken wordt, kan dit bijdragen aan zuurstofloosheid in de diepere delen van het westelijk deel van het meer (Hoeksema 2002). In de Grevelingen zal het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis leiden tot een licht verhoogde algengroei in het Grevelingenmeer zelf. De inschatting is dat de chlorofyl-a concentratie gedurende het zomerhalfjaar circa 5% zal toenemen (Zijl & Nolte, 2006). Het GEP voor fytoplankton zal dan nog steeds worden gehaald.

Overige waterflora

Het stagnante waterpeil en daaraan gekoppelde verdwijnen van intergetijdengebied is verantwoordelijk voor het afnemen van het areaal schorren in de Grevelingen (Pluijm & de Jong 1998). Langs de randen van de voormalige platen van de Grevelingen liggen zilte vegetaties. In de autonome ontwikkeling nemen de zilte vegetaties in areaal af, door erosie en door ontzilting (Van de Haterd *et al.* 2010). Na de sluiting was Groot zee gras aanwezig tot een waterdiepte van 5 meter (Wijgerangs & van Katwijk 1993) en nam toe tot 1200 ha in 1968 en tot 4400 ha in 1978. Zeegrass is sinds 2000 echter volledig uit het Grevelingenmeer verdwenen. De oorzaak is waarschijnlijk een combinatie van factoren, waaronder het constant hoge zoutgehalte. In 2014 start een herintroductieproef waarbij getracht zal worden zeegrass te herstellen bij de slikken van Flakkee. De toestand van overige waterflora is "slecht" (RWS 2012; Botman & Bijlmer in voorbereiding 2013), Op basis van "onvoldoende kansen voor zeegrass" is dit kwaliteitselement niet meegenomen in de huidige KRW toetsing.

Macrofauna

Er zijn diverse neerwaartse trends waargenomen van het zachte bodem macrobenthos (biomassa, dichtheid, aantal soorten, diversiteit) in het Grevelingenmeer in de periode 1980-2010 (Van de Haterd *et al.* 2010; Arcadis 2013). Zowel in het oostelijk deel, maar met name in het westelijk deel in de ondiepere delen is een snelle afname van het benthos geconstateerd (Arcadis 2013). De Japanse oester, een hard substraat soort, is sterk uitgebreid in de Grevelingen. De toestand van macrofauna volgens de KRW is "matig", waarbij de benthos van de diepere delen

“ontoereikend” scoort en van de ondiepe delen matig tot goed (Van Loon & Verschoor 2012; Botman & Bijlmer in voorbereiding 2013).

Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis kan bij het verbeteren van de lokale zuurstofcondities een positieve invloed hebben op de macrofauna in het oostelijk deel van het meer. De negatieve trends die in het meer als geheel zijn waargenomen, zullen er echter voor zorgen dat de toestand van macrofauna in de toekomst verslechtert.

Vissen

In de huidige situatie is vooral het ontbreken van diadrome en mariene soorten en abundanties een oorzaak van de matige toestand het niet bereiken van het GEP (RWS 2012; Botman & Bijlmer in voorbereiding 2013). Ook ontbreken zoetwatervissen. Het is niet te verwachten dat dit verandert. De aanhoudende problemen met de zuurstofhuishouding in het meer kunnen op termijn negatieve gevolgen hebben voor de visstand (Lengkeek *et al.*, 2007). Vissen kunnen wegzwemmen van gebieden met zuurstofarme condities, maar wanneer grote delen van het meer zuurstofloos worden, verliezen vooral bodemvissen een deel van hun habitat. Een toename van het zuurstofloos bodemoppervlak leidt dus tot een afname van geschikt habitat en voedsel (macrofauna) voor bodemvis. De verwachte toename van het zuurstofprobleem kan zo op termijn een negatieve invloed hebben op de visstand in het meer (Bouma *et al.* 2008).

Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis lijkt geen invloed te hebben op de vismigratie en het voorkomen van diadrome soorten in de Grevelingen (Haas *et al.*, 2006). Indirect kan de Flakkeese spuisluis echter wel lokaal een positieve invloed hebben op de visstand in het oostelijk deel van het meer. Een verbetering van de lokale zuurstofcondities en het bodemleven zal positief werken op de visstand (Bouma *et al.* 2008) en kan wellicht lokaal bijdragen aan een toename van (biomassa van) mariene soorten.

7.2.2 Referentie en autonome ontwikkeling Volkerak

De eerste vijf jaar na de afsluiting van de rest van de delta ontwikkelde het Volkerak zich tot een helder zoetwatermeer met een gezond water- en waterbodemleven. Sinds 1992 trad er een geleidelijke verslechtering op als gevolg van de hoge nutriëntenbelasting en de lange verblijftijd van het water, met vertroebeling, eutrofiëring en in de zomer steeds grotere hoeveelheden blauwalgen. Watervlooien en blankvoorn, die algengroei beteugelen, namen juist in aantal af. Sinds die tijd zijn er jaarlijks in de zomer terugkerende drijfslagen van blauwalgen, met name in de ondiepe delen van het watersysteem. De algen zijn giftig en onttrekken aan de diepere delen van het water zoveel zuurstof dat daar zuurstofloosheid kan optreden met vissterfte als gevolg.

Sinds 2008 is er in deze trend een verandering opgetreden. De helderheid van het water neemt sinds die tijd weer toe, terwijl de groei van blauwalgen afneemt.

Onafhankelijke experts concluderen in de 'Quick scan waterkwaliteit en ecologie Volkerak-Zoommeer' unaniem dat een invasie van de quaggamossel, een exotische mosselsoort, hier de oorzaak van is (de Vries & Postma 2013). Deze mossel, die zich in grote aantallen in verschillende Nederlandse meren heeft gevestigd, voedt zich met algen en beperkt zo de overlast. In het heldere water dat hier het gevolg van is, komen meer waterplanten tot ontwikkeling. Dit biedt vervolgens weer kansen voor een rijkere macrofauna- en visgemeenschap (ontwerp MER RGV versie 3.12).

Fysische Chemie

Vanaf 1987 wordt het chloridegehalte van het Volkerak gereguleerd door middel van een doorspoelbeheer, de chloridenorm is 0,45 g/l (Tosserams *et al.* 2000). De zuurstofverzadiging van het oppervlaktewater varieert tussen de 80 en de 120% (Sierdsema en van den Broek 2007c).

Er is in het Krammer-Volkerak sprake van ernstige waterkwaliteitsproblemen zoals vertroebeling en eutrofiëring. Voor stikstof, doorzicht en fosfaat voldoet de toestand dan ook niet aan het Goed Ecologisch Potentieel (RWS 2012a). De huidige situatie van het Volkerak met betrekking tot fysisch-chemische kwaliteitselementen voor temperatuur, zuurstof, chloride en zuurgraad voldoet wel aan het GEP (RWS 2012a; Botman & Bijlmer in voorbereiding 2013).

Fytoplankton

Als gevolg van eutrofiëring was er tot 2008 in het Volkerak regelmatig sprake van overlast door blauwalgen in het zomerhalfjaar. In 1999 werden bloeien waargenomen van oa *Microcystis* (Van der Molen *et al.* 2012). De waterkwaliteit van het Volkerak is verbeterd sinds 2008: er zijn minder algen, en blauwalgenoverlast neemt af en verschuift naar later in het seizoen. *Phaeocystis* bloeien komen in de huidige situatie niet voor in het Volkerak, ze treden niet op bij lage zoutgehaltes (< 13 g C/l Van der Molen *et al.* 2012). De huidige toestand voldoet echter nog niet aan het GEP, het oordeel voor fytoplankton is "matig" (RWS 2012a; Botman & Bijlmer in voorbereiding).

Overige waterflora

Door ontbreken van getij en zout water zijn alle schorren in het Volkerak verloren gegaan (Pluijm & de Jong 1998) evenals de schaarse vindplaatsen van groot en klein zeegras (Schutten *et al.* 1990).

De bedekking met waterplanten op het Krammer-Volkerak nam na de afsluiting af naar een minimum van 2% in 2002. Het voorkomen van waterplanten neemt recent toe tot ongeveer 15% in 2013. Naast (submerse) waterplanten (voornamelijk fonteinkruiden, aarvederkruid en *Zannichellia*) komen op een kleiner oppervlak wieren voor (draadwieren en darmwier) (Jentink 2013). De recente toename van waterplanten kan worden gezien als volgend op het herstel van de waterkwaliteit (De Vries & Postma 2013). De toestand is echter nog "ontoereikend" (RWS 2012a; Botman & Bijlmer in voorbereiding).

Macrofauna

Na de afsluiting van het Volkerak en verzoeting, nam de zoutwatermacrofauna sterk af. Muggenlarven en brak- en zoetwatermolusken namen toe. Vanaf 1990 is het aantal driehoeksmosselen sterk toegenomen tot circa 800 exemplaren per m² in 1998 (Tosserams *et al.* 2000). In november 2011 is vastgesteld dat de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) nagenoeg volledig (99%) is verdrongen door de quaggamossel (*Dreissena bugensis*) (Bij de Vaate *et al.* 2011).

De toestand voor macrofauna is matig, mede door de aanwezigheid van blauwalgen, een geringe zichtdiepte en het gebrek aan ontzilte ondiepe zones en oeverzones (MER waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer 2012; RWS 2012a).

Vis

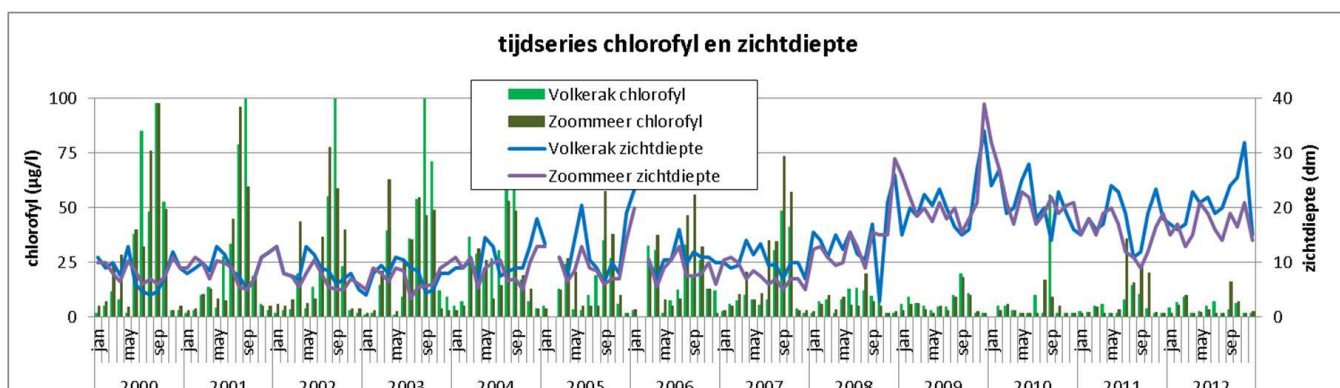
Sinds de afsluiting zijn de mariene vissoorten vervangen door zoetwatervissoorten. De visstand in het Volkerak wordt gedomineerd door eurytope soorten (baars, paling, snoekbaars, blankvoorn, brasem en pos) (van Kessel *et al.* 2011). De toestand voor vis is ontoereikend/matig door het hoge aandeel brasem en eurytopen en lage aantallen plantminnende en zuurstoftolerante vis (RWS 2012a; ; Botman & Bijlmer in voorbereiding).

7.2.2.1 Referentie met blauwalgen overlast

Een scenario waarbij het effect van de quaggamossel niet leidt tot verdere verbetering zal worden gekenmerkt door slecht doorzicht en overlast van blauwalgen als gevolg van de nog steeds aanwezige grote hoeveelheden fosfaat en de hoge stikstofbelasting in het Volkerak. De overall toestand is daarbij zowel voor fysisch chemische als biologische kwaliteitselementen ontoereikend of slecht. De voorgestelde maatregelen ter verbetering van vismigratie (vismigratie naar de polders/visvriendelijk spui-beheer) zullen weinig effect hebben als de algehele waterkwaliteit niet verbetert.

7.2.2.2 Referentie verminderde blauwalgen overlast

Een scenario waarin de quaggamossel die zich in het gebied heeft gevestigd voor een blijvende verbetering zorgt, is voorstelbaar. Dit kan zorgen voor een autonome ontwikkeling waarbij chlorofyl en algenbloeien in het Volkerak afnemen zoals sinds 2008 het geval is en het doorzicht toeneemt (figuur 7.1). Als deze trend doorzet, kan de toestand binnen enkele jaren verbeteren naar "goed" voor doorzicht en het kwaliteitselement fytoplankton. Binnen de fysisch chemische kwaliteitselementen zullen nutriëntenconcentraties (stikstof) hoog blijven, ondanks een verwachte extra opname door waterplanten in het zomerhalfjaar. Verbeterd doorzicht leidt tot verbeterde mogelijkheden voor waterplantengroei. Dit biedt vervolgens weer kansen voor macrofauna en (plantenminnende) vis. Het is onduidelijk of de verbetering zal leiden tot het behalen van het GEP. Het eindoordeel is waarschijnlijk zowel voor fysisch chemische als biologische parameters matig.



Figuur 7.1. Trend van chlorofyl (afname) en doorzicht (toename) in het Volkerak (uit de Vries & Postma 2013)

7.3 Variant 1 (Grevelingen wordt K2; Volkerak blijft M20)

Terugbrengen van getij in de Grevelingen met water vanuit de Noordzee via een opening in de Brouwersdam met een getijslag van 50 cm, zorgt voor een betere waterkwaliteit en lost de problemen met zuurstofloosheid uit de referentiesituatie vrijwel geheel op. Ook ontstaat er nieuw intergetijdengebied met kansen voor macrofauna en schorren. Dit zorgt direct voor een verbetering van de kwaliteitselementen overige waterflora en macrofauna. Daarnaast werken de verbeterde voedsel- en leefomstandigheden en de uitwisseling met de Noordzee positief door op vissen. Door een toenemende uitwisseling met de Noordzee en lichte verhoging van nutriënten neemt de concentratie WinterDIN, chlorofyl-a en frequentie van *Phaeocystis* bloeien toe, maar de GEP waarden zijn nog steeds haalbaar, waarbij het effect is ingeschat als neutraal. Deze variant voorkomt verdere achteruitgang van de toestand van de Grevelingen en zorgt voor gedeeltelijk herstel van natuurlijke processen in het waterlichaam.

De omstandigheden in het Volkerak zijn gelijk aan de referentiesituatie inclusief de autonome ontwikkeling (§7.1).

Hydromorfologie

Het percentage natuurlijke oever verandert nauwelijks, de bestaande bedijking rondom de Grevelingen blijft behouden. Het effect is zodoende ingeschat als neutraal.

Fysische chemie

In de Grevelingen verbetert de zuurstofsituatie aanzienlijk in vergelijking met de huidige situatie door de uitwisseling met de Noordzee, waardoor vooral de onderste waterlagen continu worden ververs met zuurstofrijk water. Door de verhoogde waterdynamiek treedt zoutstratificatie aanzienlijk minder op en wordt de duur van de temperatuurstratificatie in mei 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 (Nolte & Spiteri 2011). In de diepe putten bij de huidige Brouwerssluis (onder andere bij Scharendijke) kunnen nog wel zuurstofarme condities optreden. Het totale areaal dat nog gevoelig is voor zuurstofloze condities is circa 300 - 500 ha, zo'n 3 % tot 5 % van het totale wateroppervlak (Nolte & Spiteri 2011). Zuurstofuitputting verdwijnt nagenoeg volledig. In de huidige situatie (referentie §7.2.1) wordt ondanks de slechte zuurstofomstandigheden nabij de bodem de GEP waarde voor zuurstof in de waterkolom gehaald (gerelateerd aan situering van de meetpunten in de waterkolom). De toestand voldoet bij variant 1 zodoende ook ruimschoots aan het GEP. Daarnaast werken de verbeterde zuurstofomstandigheden positief door op de biologische kwaliteitselementen.

De verwachting is dat de invloed van Noordzee water op de Grevelingen, door het terugbrengen van beperkt getij, geen effect heeft op de watertemperatuur.

Voor stikstof geldt dat de (winter)concentratie in de Noordzee hoger is dan die in het Grevelingenmeer. Hierdoor neemt de wintergemiddelde stikstofconcentratie (totaal N) toe van 0,8 mg N/l naar 1,0 mg N/l (Nolte & Spiteri, 2011). Nolte en Spiteri (2011) geven voor deze variant geen specifieke waarden voor de KRW parameter winter DIN concentraties (opgelost anorganisch stikstof). In de huidige situatie is de winter DIN concentratie 0,33 mg/l (Wetsteijn 2011). Met de aanname dat de DIN concentratie evenredig toe- of afneemt met de totaal N concentratie, neemt de winter DIN concentratie met circa 25% toe naar circa 0,4 mg/l. De toestand voldoet aan het GEP.

Voor de drie fysisch-chemische kwaliteitselementen temperatuur, zuurstof en nutriënten voldoet de toestand aan het GEP net als in de referentie. Echter voor werkelijke KRW doelstelling, een fysisch chemische kwaliteit die ondersteunend is aan de ecologische kwaliteit, treedt er een verbetering op: De zuurstofsituatie nabij de bodem verbetert aanzienlijk. Het effect is zodoende ingeschat als positief. Door de wijze waarop de fysisch chemische kwaliteit voor de KRW momenteel wordt gemeten (zuurstof meten nabij het wateroppervlak en niet nabij de bodem), zal echter geen meetbare verandering zichtbaar zijn.

Fytoplankton

Volgens de modelresultaten van Deltares neemt de concentratie jaargemiddelde chlorofyl-a in de Grevelingen toe van 5,1 naar 8,1 ug/l (Nolte & Spiteri, 2011). Bij eenzelfde verhouding van zomerhalfjaargemiddelden zou dit betekenen een verhoging van 9 tot 14 ug/l chlorofyl-a. Ook ontstaan er aanvullende kansen voor schelpdierkweek (Wijsman *et al.*, 203 in voorbereiding), waardoor de begrazingsdruk kan toenemen en chlorofyl-a afneemt.

Daarnaast ontstaat een nieuwe opening die vele malen groter is dan de huidige Brouwerssluis, waardoor Phaeocystis bloeien vanaf de Noordzee (Voordelta) binnen kunnen stromen. De bloeifrequentie is waarschijnlijk vergelijkbaar aan die in de Oosterschelde. De bloeifrequentie in de Oosterschelde is op basis van de gegevens in 2001 16,7%. Voor fytoplankton voldoet de toestand waarschijnlijk alsnog aan het GEP. Het effect is zodoende ingeschat als neutraal.

Overige waterflora

Door de herintroductie van getij ontstaat er nieuw intergetijdengebied en herstel mogelijkheden voor schorren. Het maximaal begroeibaar areaal is hierbij geschat op 750 ha (7.8% van het waterlichaam). Aangezien het constante hoge zoutgehalte genoemd is als factor die het zeegras heeft doen verdwijnen (§4.4.4) en er geen grote veranderingen in het zoutgehalte optreden, verbeteren de herstel mogelijkheden voor zeegras niet. De omstandigheden voor overige waterflora verbeteren door mogelijkheden voor schorontwikkeling. Het effect is zodoende ingeschat als positief

Macrofauna

Een toename van de dynamiek en het grotendeels oplossen van het zuurstofprobleem in de Grevelingen betekent een verbetering van de omstandigheden voor bodemdieren (macrofauna).

Daarnaast ontstaat er met het terugkeren van getij in de Grevelingen nieuw intergetijdengebied, met een kenmerkende rijke bodemfauna. Dit betekent tevens een uitbreiding van het habitat voor bodemdieren op zacht substraat. Tot slot neemt de primaire productie van algen iets toe en daarmee voedselbeschikbaarheid voor macrofauna; zwevende algen ten behoeve van filter feeders (schelpdieren) en algen die zijn neergedaald op de bodem voor deposit feeders (met name wormen). De toestand van de macrofauna (volgens BEQ12 maatlat) verbetert door een toename in soortenrijkdom. De neergaande trends in de referentie worden zodoende stopgezet en er treedt verbetering op. Het effect is zodoende ingeschat als positief. Naast de zachte bodem macrofauna profiteert ook de macrofauna van hard substraat van de verbeterde zuurstofhuishouding. Deze macrofauna is echter (nog) geen onderdeel van de KRW maatlaten.

Vissen

Door de verbinding van het Grevelingenmeer met de Noordzeekustwateren en de realisatie van beperkt getij ontstaat meer dynamiek in het systeem en ontstaat een nieuwe toegang voor vissen om van de Voordelta naar de Grevelingen te zwemmen en omgekeerd. Daarnaast kan de verbetering van de zuurstofhuishouding van de bodem en de toename van de voedselbeschikbaarheid en -rijkdom de aantallen en biomassa van vis iets doen toenemen.

Niet alleen zuurstofrijk water komt binnen, maar ook vis en vislarven (Wijsman *et al.*, 2013 in voorbereiding). Hierdoor zullen vissoorten die na de afsluiting zijn verdwenen door gebrek aan dynamiek en/of de beperkte verbinding met de Noordzee terugkomen in grote delen van het meer. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om makreel, geep, harders, zeebaars en slijmvissen. Deze soorten komen zomers ook in hoge aantallen tot ver achterin de Oosterschelde voor. Andere soorten die het Grevelingenmeer binnen migreren, zijn met name platvissoorten als bot, tong en schol. Mogelijk kan het Grevelingenmeer ook een kinderkamerfunctie krijgen voor pelagische vissen als haring, sprot, spiering en ansjovis zoals dat nu ook op de Oosterschelde en Westerschelde het geval is. De soortenrijkdom en abundantie van met name de ecologische gilden 'mariene soorten' en 'estuariën residenten' neemt toe

en is mogelijk vergelijkbaar met die van de Oosterschelde (Bouma *et al.* 2008). Vissterfte die door de turbines van een getijdencentrale worden veroorzaakt is klein. De eis die wordt gesteld aan de visvriendelijke turbines is namelijk een sterfte tijdens het passeren van minder dan 0.5% (P. Paulus mondelinge mededeling). Hierdoor kunnen veel vissen, waaronder trekvis, relatief veilig heen en weer trekken tussen Grevelingenmeer en Noordzee. Het is echter onduidelijk wat het cumulatieve effect is voor vissen die dagelijks met de getijdenstroom in en uit zwemmen en zodoende frequent de turbines passeren.

Voor diadrome vissen die migreren tussen zoet en zout verbetert de situatie niet zonder de aanvullende realisatie van passeerbare verbindingen met het zoete achterland. Er zijn geen zoetwatervissen te verwachten.

In de Grevelingen, met watertype K2, speelt het kwaliteitselement vis op dit moment geen rol bij de beoordeling van het waterlichaam.

De habitat en voedselomstandigheden voor (bodem)vissen verbeteren met het oplossen van de zuurstofloosheid. Samen met de verbeterde uitwisseling met de Noordzee zullen met name mariene soorten en estuarien residenten toenemen. Het effect is zodoende ingeschat als positief.

Voorkomen van achteruitgang

Het terugbrengen van (gereduceerd) getij lost de zuurstofproblematiek op en voorkomt daarmee een verdere achteruitgang van macrofauna en vissen. Het ontstaan van nieuw intergetijdengebied stopt tevens de achteruitgang van overige waterflora (schorren). Het effect is zodoende ingeschat als positief.

Beschermen, verbeteren en herstellen

Voor de afsluiting was de Grevelingen een overgangswater met een getijslag en een zoet-zout gradiënt. Deze variant herstelt het oorspronkelijke karakter van de Grevelingen deels door de herintroductie van (gereduceerd) getij.

Het oplossen van de zuurstofproblematiek en het ontstaan van nieuwe intergetijdengebieden biedt herstelkansen voor overige waterflora (schorren), macrofauna en vis. Het effect is zodoende ingeschat als positief.

7.4 Variant 2 (Grevelingen en Volkerak worden beiden O2)

Net als in variant 1, zorgt het terugbrengen van getij in de Grevelingen met water vanuit de Noordzee via een opening in de Brouwersdam met een getijslag van 50 cm, voor een betere waterkwaliteit en lost de problemen met zuurstofloosheid uit de referentiesituatie vrijwel geheel op. Er ontstaat eveneens nieuw intergetijdengebied met kansen voor macrofauna en schorren, met daaraan gekoppeld een verbetering van de kwaliteitselementen overige waterflora en macrofauna. De verbeterde voedsel en leefomstandigheden werken positief door op het kwaliteitselement vissen. Naast de bovenstaande effecten, gelijk aan variant 1, zijn er door de zoet-zout gradiënt die ontstaat in het overgangswater herstel mogelijkheden voor zeegras en verbeterde doortrekmogelijkheden voor diadrome vissen richting het Volkerak. Ook draagt de zoet-zout gradiënt bij aan het natuurlijke karakter van de Grevelingen. Deze variant voorkomt verdere achteruitgang van de toestand van de Grevelingen en zorgt voor gedeeltelijk herstel van natuurlijke processen in het waterlichaam, waarbij er meer overeenkomsten zijn met de natuurlijke referentiesituatie dan in variant 1.

Terugbrengen van getij in het Volkerak met water vanuit de Grevelingen via de Grevelingendam met een getijslag van 30 cm, lost de problemen met giftige blauwalgenbloeien uit de referentiesituatie blijvend nagenoeg geheel op. Ook ontstaat er nieuw intergetijdengebied en een zoet-zout gradiënt met kansen voor zeegras en schorren, macrofauna en vissen. Dit zorgt voor een verbetering van de biologische kwaliteitselementen. Door een toenemende aanvoer van zoet water (zoutlekbestrijding) en beperkte verzilting, blijft de hoeveelheid nutriënten vergelijkbaar met de referentiesituatie. Hierdoor voldoet de toestand voor WinterDIN en chlorofyl-a niet aan het GEP voor overgangswateren (O2). Deze variant voorkomt verdere achteruitgang van de toestand van het Volkerak en zorgt voor gedeeltelijk herstel van natuurlijke processen in het waterlichaam.

Hydromorfologie

Het percentage natuurlijke oever verandert nauwelijks, de bestaande bedijking rondom de Grevelingen en het Volkerak blijft behouden. Het effect is zodoende ingeschat als neutraal.

Fysische-chemie

Net als in variant 1 verbetert in de Grevelingen de zuurstofsituatie aanzienlijk in vergelijking met de huidige situatie door de uitwisseling met de Noordzee. Zuurstofuitputting van de bodem verdwijnt nagenoeg volledig, met uitzondering van de diepe putten.

In de Grevelingen blijven de concentraties nutriënten laag, hoewel ze stijgen ten opzichte van de huidige situatie door de aanvoer van voedselrijk water vanuit het Volkerak. De berekende verhoging (van de winterconcentraties) stikstof (DIN) bij Dreischor is ongeveer 50% ten opzichte van de huidige gemeten concentraties (de Vries *et al.* 2013). De voorspelde waarden variëren van 0,55-0,63 mgN/l winter DIN voor drie meetpunten in de Grevelingen (de Vries *et al.* 2013, data). Op basis van deze voorspelling voldoet de toestand niet aan de GEP waarde (0,46 mgN/l) voor

watertype O2. De toestand voldoet voor temperatuur en zuurstof aan het GEP, maar niet voor winter DIN (matig). Echter een lichte daling van concentraties in het achterland kan al snel leiden tot het behalen van het GEP. Door de aanzienlijke verbetering van de zuurstofsituatie tegenover een verslechtering van nutriënten is het effect ingeschat als neutraal.

Het Volkerak krijgt, ondanks de open verbinding met de Grevelingen, een eigen karakteristiek die afwijkt van het Grevelingenmeer. De uitwisseling met het Grevelingenmeer is beperkt en de zoetwatertoevoer naar het toekomstige zoute Volkerak is groot door de maatregelen tegen de zoutlekage en zoutindringing. Nutriënten zijn voor een belangrijk deel afkomstig van zoetwater lozingen (de Dintel, de Vliet en het Hollandsch Diep). De nutriëntenconcentraties in het Volkerak zullen ongeveer even hoog zijn als in de huidige situatie, met winter DIN concentraties van 4 - 5 mgN/l (de Vries *et al.* 2013). Dit betekent dat de toestand voor het overgangswater (O2) "slecht" is en niet voldoet aan het GEP voor O2.

In het oostelijk deel van het Volkerak en vooral in de diepe delen kan zuurstofgebrek optreden door de inlaat van zoet water voor zoutlekbestrijding. Er ontstaat hier een sterke zout stratificatie door een bijna permanent verschil van 3-5 g Cl/l tussen de bovenste en de onderste waterlaag. De stratificatie is nagenoeg permanent in het voorjaar en de vroege zomer. Hierdoor zal in het oostelijk deel van het Volkerak naar verwachting in de zomer zuurstofuitputting in de bodemwaterlaag optreden. Langdurige continue zuurstofuitputting (langer dan 1 maand) treedt alleen op in een beperkt areaal in de diepe geulen. In tegenstelling tot de waterbodem zal de zuurstofconcentratie in de waterkolom meestal goed zijn en waarschijnlijk voldoen aan de GEP waarde voor O2. De verbinding met de Grevelingen en introductie van getij zijn niet van invloed op de temperatuur.

Hoewel de nutriëntenconcentraties gelijk blijven, zal volgens de KRW systematiek de kwaliteit voor fysisch chemische parameters verslechteren (van matig naar slecht). Het effect is zodoende ingeschat als negatief.

Fytoplankton

Door de verbinding met het voedselrijke Volkerak en de hierbij horende toename van de concentratie van nutriënten in de Grevelingen kan de hoeveelheid fytoplankton hier ongeveer verdubbelen (van <10 naar 15 µg chlorofyl/l in het zomerhalfjaar) (de Vries *et al.* 2013). De gesimuleerde invloed van graas in het Grevelingenmeer is beperkt (de Vries *et al.* 2013), maar door aanvullende kansen voor schelpdierkweek (Wijsman *et al.*, in voorbereiding 2013) kan de verhoging van chlorofyl-a beperkt zijn door begrazing. In de nieuwe situatie blijft de hoeveelheid algen gedurende de hele zomer gelimiteerd door stikstof, en kortdurend in het voorjaar door fosfaat. De bloeifrequentie van *Phaeocystis* is, net als bij variant 1, waarschijnlijk vergelijkbaar aan die in de Oosterschelde.

Voor beide deelmaatlaten voldoet de toestand waarschijnlijk alsnog aan het GEP. Het effect is zodoende ingeschat als neutraal.

Het Volkerak blijft eutroof, met potentieel hoge algenconcentraties. Diatomeeën en dinoflagellaten vervangen grotendeels de zoete algensoorten. Naar verwachting zal begrazing door mariene schelpdieren in het Krammer en in het Zoommeer de hoeveelheid algen in toom kunnen houden, tot seizoensgemiddeld 30 µg chlorofyl/l. In het oostelijk deel van het Volkerak bestaat het risico dat door het lage zoutgehalte (periodiek < 10 gCl/l) mariene schelpdieren niet overleven, de graascontrole zou in dat geval kunnen verdwijnen, en de hoeveelheid algen daardoor sterk toenemen, tot 50 µg chlorofyl/l en hogere pieken (70-80 µg chlorofyl/l) in de (na)zomer (de Vries *et al.* 2013). Echter vergelijking met het brakke ecosysteem van het Oostvoornse meer (bij een zoutgehalte van 5 gCl/l) laat zien dat zelfs bij relatief lage zoutgehalten begrazing door mariene schelpdieren (met name strandgapers en in mindere mate brakwaterkokkel) plaatsvindt (De Rooij *et al.* 2010). De verwachting is dat door de grote zoetwaterafvoer ook in de toekomst geen problemen met Phaeocystis ontstaan in het Volkerak. Bloeien van Phaeocystis treden niet op bij een lage saliniteit (Van der Molen *et al.* 2012).

De toestand voldoet echter niet aan de GEP waarde voor chlorofyl voor het watertype O2 en de totaalscore is “matig” (met begrazing). Mariene schelpdieren houden naar verwachting de algenbiomassa in toom in het Krammer en Zoommeer en is daardoor lager dan in de referentiesituatie. Daardoor is ook een beter doorzicht te verwachten. Het effect is ingeschat als neutraal.

Overige waterflora

Door de herintroductie van getij ontstaat er nieuw intergetijdengebied en herstelmogelijkheden voor schorren in de Grevelingen. Aangezien het constante hoge zoutgehalte genoemd wordt als factor die het zeegras heeft doen verdwijnen, verbeteren bovendien de herstelmogelijkheden voor zeegras. Het maximaal begroeibare areaal is 780 hectare (7,2% van het waterlichaam) voor schorren en 5292 hectare (49%) voor zeegras (§4.4.4). Voor de Grevelingen dient aangemerkt te worden dat spontaan zeegras herstel onwaarschijnlijk is en dat een succesvolle herintroductie nodig is voor herstel. Omstandigheden voor overige waterflora verbeteren door mogelijkheden voor schor- en zeegrasontwikkeling. Het effect is zodoende ingeschat als positief.

Ook in het Volkerak dragen de herintroductie van getij en zoet-zout overgang bij aan herstelmogelijkheden voor schorren en zeegras. Uit de voorspelling van te verwachten habitattypes bij een zout Volkerak – Zoommeer met een getijslag van 30 cm komt naar voren dat deze variant mogelijkheden biedt voor herstel van schorren en zeegras. Het maximaal begroeibaar areaal is 161 hectare aan schorren (2,5% van het waterlichaam) en 180 hectare (2,8%) Groot zeegras (§5.4.4). Ook hier wordt opgemerkt dat er geen bronpopulatie is die spontaan zeegras herstel faciliteert en zeegrasvelden succesvolle herintroductieprogramma's nodig hebben voor herstel (§5.4.4). Bovendien kan er door de hoge nutriëntengehaltes concurrentie ontstaan tussen groot zeegras en zeesla. Beide soorten hebben vergelijkbare standplateiseisen waarbij er sprake is van competitie om ruimte en licht. Vooral de stikstofconcentratie is bepalend voor de concurrentieverhoudingen. Onder eutrofe condities ondervindt

zeegras competitief nadeel ten opzichte van zeesla (Botman & Bijlmer in voorbereiding 2013). Omstandigheden voor overige waterflora verbeteren door mogelijkheden voor schor- en wellicht ook zeegrasontwikkeling. Het effect is zodoende ingeschat als positief.

Macrofauna

Een toename van de dynamiek en het grotendeels oplossen van het zuurstofprobleem in de Grevelingen betekent een verbetering van de omstandigheden voor bodemdieren (macrofauna).

Daarnaast ontstaat er met het terugkeren van getij in de Grevelingen nieuw intergetijdengebied, met een kenmerkende rijke bodemfauna. Dit betekent tevens een uitbreiding van het habitat voor bodemdieren op zacht substraat. Ook neemt de primaire productie van algen toe (sterker toe dan in variant 1) en daarmee voedselbeschikbaarheid voor macrofauna. Tot slot zal de natuurlijke zout gradiënt die ontstaat door de verbinding met het Volkerak leiden tot een natuurlijke gradiënt in de macrofaunagemeenschap met waarschijnlijk een hogere soortenrijkdom. Net als voor variant 1 zal de toestand van de macrofauna (volgens BEQI2 maatlat) verbeteren door een toename in soortenrijkdom. De neergaande trends van macrofauna in de referentie worden zodoende stopgezet. Naast de zachte bodem macrofauna zal ook de macrofauna van hard substraat profiteren van de verbeterde zuurstofhuishouding en een natuurlijke zout gradiënt. Deze macrofauna is echter (nog) geen onderdeel van de KRW maatlaten. De effectinschatting is grotendeels vergelijkbaar aan variant 1 en zodoende positief.

In het Volkerak verdwijnt de huidige zoetwatermacrofauna (inclusief *Dreissena* mosselen) geheel als gevolg van het toenemende zoutgehalte. De verwachting is dat de ontwikkeling leidt tot een zoute bodemfauna gemeenschap vergelijkbaar met de andere zoute deltawateren. Deze gemeenschap kenmerkt zich door een hogere soortenrijkdom en biomassa dan in zoetwater (Botman & Bijlmer in voorbereiding), en daarmee een effectieve graascontrole op het fytoplankton. De bodemfauna gemeenschap kan bestaan uit mosselen, kokkels, strandgapers maar ook de Japanse oester (Meijers e.a., 2008). Het nieuwe intergetijdengebied (270 hectare) biedt nieuw leefgebied voor de macrofaunagemeenschap. In het oostelijk deel van het Volkerak bestaat het risico dat door het periodiek lage zoutgehalte sommige mariene schelpdieren niet overleven. Ook kan er hier in sommige diepere delen zuurstofloosheid optreden. De verwachting is dat er in het overige deel een stabiele en soortenrijke mariene macrofauna gemeenschap ontstaat. Het effect is zodoende ingeschat als positief.

Vissen

Door de verbinding van het Grevelingenmeer met de Noordzeekustwateren en de realisatie van beperkt getij ontstaat meer dynamiek in het systeem en ontstaat een nieuwe toegang voor vissen om van de Voordelta naar de Grevelingen te zwemmen en omgekeerd. Daarnaast kan de verbetering van de zuurstofhouding van de bodem en de toename van de voedselbeschikbaarheid en –rijkdom de aantallen en biomassa

van vis iets doen toenemen, hetgeen bijdraagt aan een toename van estuariene en mariene vissoorten (zie verder bij variant 1 §7.3).

Diadrome vissen die migreren tussen zoet en zout kunnen verder optrekken naar het Volkerak, en worden aangetrokken door de zoet-zout gradiënt. Echter ook in deze variant verbetert de situatie niet zonder de aanvullende realisatie van passeerbare verbindingen met het zoete achterland. Het is nog niet duidelijk wat deze variant betekent voor de doortrekmogelijkheden vanuit het Volkerak (o.a. richting Dintel, Steenbergse Vliet, Hollands Diep). Als onderdeel van het overgangswater Grevelingen-Volkerak, behoort de Grevelingen tot het zoute deel van het estuarium en zijn er geen zoetwatervissen te verwachten. De effectinschatting is grotendeels vergelijkbaar aan variant 1 en zodoende positief.

Door het inlaten van zout water verdwijnt de huidige zoetwater visfauna grotendeels uit het Volkerak, terwijl de ontwikkeling van de zoutwater visfauna sterk wordt bepaald door de uitwisseling met de aangrenzende waterlichamen. Wanneer een meer natuurlijke getijde-uitwisseling tussen de Grevelingen en het Volkerak gerealiseerd wordt, profiteren meerdere diadrome, mariene en estuariene soorten hiervan (aal, driedoornige stekelbaars, bot, zalm, zeeforel, harders, zeeprik, fint). Het Volkerak kan ook weer gaan functioneren als opgroei- en leefgebied voor estuarien residente soorten en mariene seizoensgasten (oa platvis, sprout en haring), zoals ook in het verleden het geval was (Jager 2010). Juveniele vissen zijn met name in de periode van voorjaar tot en met najaar aanwezig; in de winter trekken ze naar diepere wateren (Botman & Bijlmer in voorbereiding 2013). Het effect is ingeschat als positief.

Voorkomen van achteruitgang

Het terugbrengen van (gereduceerd) getij in de Grevelingen lost de zuurstofproblematiek op en voorkomt daarmee een verdere achteruitgang van macrofauna en vissen. Het ontstaan van nieuw intergetijdengebied stopt tevens de achteruitgang van overige waterflora (schorren).

Het terugbrengen van (gereduceerd) getij in het Volkerak voorkomt een mogelijke terugval naar een watersysteem dat kampt met eutrofiëring, vertroebeling en blauwalgenbloei. Het effect is voor beide wateren ingeschat als positief. Voor de referentiesituatie van het Volkerak zonder blauwalgenoverlast geldt dat de achteruitgang reeds is gestopt door de autonome ontwikkeling, het effect is hier ingeschat als neutraal.

Beschermen, verbeteren en herstellen

Voor de afsluiting waren zowel de Grevelingen als het Volkerak overgangswateren met een getijslag en een zoet-zout gradiënt. Deze variant herstelt het oorspronkelijke karakter van beide overgangswateren deels door de herintroductie van (gereduceerd) getij en zoet-zout gradiënt in de richting van het Volkerak. Het oplossen van de zuurstofproblematiek in de Grevelingen, het ontstaan van nieuwe intertijdengebieden, verbindingsmogelijkheden voor vis en een zoet-zout gradiënt biedt kansen voor herstel van overige waterflora, macrofauna en vis in beide wateren. Het effect is voor beide wateren ingeschat als zeer positief.

7.5 Variant 3 (Grevelingen blijft M32, Volkerak wordt O2)

Door het toelaten van zout en getij vanuit de Oosterschelde, via een doorlaat in de Philipsdam, met een getijslag van 30 centimeter zijn er effecten te verwachten in het Volkerak op fysische-chemie (negatief), fytoplankton (neutraal), overige waterflora (positief) macrofauna (positief), vis (positief), voorkomen van achteruitgang (positief) en beschermen, verbeteren en herstellen (zeer positief) zoals ook beschreven in variant 2 (§7.4).

Het karakter en de verwachte effecten op het Volkerak worden immers sterk bepaald door de grote zoetwatertoevoer met bijbehorende nutriëntenconcentraties. Daarnaast zal de Grevelingen in variant 2 sterk lijken op de Oosterschelde in variant 3. De situatie in variant 3 verschilt voor het Volkerak zodoende nauwelijks van variant 2. De effectbeoordeling is daarom voor het Volkerak hetzelfde als variant 2 en voor de Grevelingen gelijk aan de referentiesituatie inclusief de autonome ontwikkeling (§7.2).

7.6 Effecten

Tabel 7.1 Overzicht effecten KRW Grevelingen

Variant	Hydromorfologie	Fysische-chemie	Fytoplankton	Overige waterflora	Macrofauna	Vissen	Achteruitgang voorkomen	Beschermen, verbeteren, herstellen
Variant 1	0	+	0	+	+	+	+	+
Variant 2	0	0	0	+	+	+	+	++
Variant 3	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 7.2 Overzicht effecten KRW Volkerak – referentie met blauwalgenoverlast

Variant	Hydromorfologie	Fysische-chemie	Fytoplankton	Overige waterflora	Macrofauna	Vissen	Achteruitgang voorkomen	Beschermen, verbeteren, herstellen
Variant 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 2	0	-	0	+	+	+	+	++
Variant 3	0	-	0	+	+	+	+	++

Tabel 7.3 Overzicht effecten KRW Volkerak – referentie zonder blauwalgenoverlast

Variant	Hydromorfologie	Fysische-chemie	Fytoplankton	Overige waterflora	Macrofauna	Vissen	Achteruitgang voorkomen	Beschermen, verbeteren, herstellen
Variant 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 2	0	-	0	+	+	+	0	++
Variant 3	0	-	0	+	+	+	0	++

7.7 Discussie bij de effectinschatting

Hoewel de toestand in het Volkerak bij variant 2 en 3 door de blijvende grote aanvoer van nutriënten, niet voldoet aan het GEP, kan toch worden voldaan aan de eisen vanuit de KRW. Wanneer de toestand niet voldoet aan het Goed Ecologisch Potentieel, omdat er sprake is van “nieuwe veranderingen van de fysische kenmerken of van nieuwe duurzame activiteiten van menselijke ontwikkeling”, wordt er geen inbreuk gemaakt op de richtlijn (artikel 7 van de Kaderrichtlijn Water). Daarbij geldt wel

dat er stappen moeten worden ondernomen om negatieve effecten op de toestand van het waterlichaam tegen te gaan. Voor het Volkerak betekent dit dat er bij een keuze voor variant 2 of 3 moet worden onderzocht of er mogelijkheden zijn om middels maatregelen in het achterland en bovenliggende waterlichamen de nutriënten aanvoer te beperken. De problematiek is daarbij vergelijkbaar met andere overgangswateren. In de Westerschelde en Eems-Dollard worden de GEP waarden voor winterDIN ook niet gehaald.

Op de lange termijn zouden verbetermaatregelen ervoor kunnen zorgen dat de aanvoer van nutriënten vermindert en het GEP gehaald kan worden. Er ontstaat in het zilte Volkerak bovendien een nieuwe kans voor schelpdierkweek. Wanneer schelpdierkwekers hier kunstmatig hoge schelpdierdichtheden veroorzaken (naar hun voorkeur tot de maximale draagkracht van het systeem zoals in de Oosterschelde), zal ook de begrazing toenemen en is het waarschijnlijk dat het GEP voor O₂ voor fytoplankton wel gehaald wordt. Het uitgeven van vergunningen van schelpdierkweek kan een maatregel zijn om de GEP doelstelling voor chlorofyl te halen.

Het effect dat voor nutriënten en fytoplankton is ingeschat als negatief, weegt zodoende niet op tegen de positieve effecten die worden voorzien voor overige waterflora, macrofauna, vissen, het voorkomen van achteruitgang en beschermen verbeteren en herstellen van het waterlichaam.

De werkelijke KRW doelstelling (een fysisch chemische kwaliteit die ondersteunend is aan de ecologische kwaliteit) en de technische uitwerking (de wijze waarop de fysische chemie wordt gemeten) zijn niet altijd aan elkaar gekoppeld. De zuurstofsituatie nabij de bodem is in de Grevelingen problematisch en veroorzaakt een neerwaartse trend in de ecologische kwaliteit (macrofauna, vis). Echter door de wijze waarop de fysisch chemische kwaliteit voor de KRW momenteel wordt gemeten (zuurstof meten nabij het wateroppervlak en niet nabij de bodem) voldoet de kwaliteit van zuurstof ruimschoots aan het GEP. Op basis van deze metingen is de huidige verslechtering in de toestand niet zichtbaar en zullen bovendien bij het verbeteren van de zuurstofsituatie geen meetbare veranderingen zichtbaar zijn. De veranderingen in deze KRW parameter (zuurstof nabij wateroppervlak) zijn wel benoemd, maar de werkelijke kwaliteitsverandering van de fysische chemie is bepalend geweest voor de effectinschatting.

Bij de keuze voor variant 2 of 3 ontstaat er een nieuw waterlichaam, een overgangswater bestaande uit respectievelijk het Volkerak (brakke deel) en de Grevelingen (zoute deel) (variant 2) en het Volkerak en de Oosterschelde (variant 3). De kwaliteit moet voor het overgangswater als geheel worden beschouwd, waarbij monsterpunten representatief gekozen dienen te worden. Dit betekent dat een mogelijke verslechtering van de kwaliteit voor nutriënten en fytoplankton volgens de KRW systematiek alleen lokaal effect heeft in het zoete deel van het overgangswater. Deze kwaliteit is niet representatief voor de overall kwaliteit van het overgangswater, die grotendeels gelijk blijft (o.a. fytoplankton en chlorofyl Grevelingen). Het is belangrijk om hiermee rekening te houden bij het interpreteren van de effecttabellen (§7.6).

8 Literatuur

- Arcadis, 2013. De ontwikkelingen van het macrobenthos in het Grevelingenmeer. Concept.
- Baptist, H.J.M. & E. Jagtman, 1997. De AMOEBES van de zoute wateren. WSV werkgroep van de zoute wateren. Rapport RIKZ-97.027: 149 pp.
- Boon, A.R., A. Gittenberger, W.M.G.M. van Loon 2011. Review of Marine Benthic Indicators and Metrics for the WFD and design of an optimized BEQI. Deltares rapport.
- Botman, B. & A. Bijlmer, 2013. Natuureffectenstudie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer. concept 29 augustus 2013
- Bouma, S., W. Lengkeek, T.J. Boudewijn, L.G. Turlings, R. Abma en R.L.J. Nieuwkamer 2008. Notitie knelpunten autonome ontwikkeling. Onderdeel Verkenning Grevelingen water en getij.
- Bij de Vaate, A., E.A. Jansen & S.J. bij de Vaate, 2011. Verkenning van de Dreissenadichtheid in het Volkerak. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2011/04.
- Deltares, 2010. 3D model van het Grevelingenmeer voor hydrodynamica, waterkwaliteit en primaire productie – Kalibratie- en validatiedocument; C. Spiteri en A.J. Nolte; Rapport 1201650 in opdracht van Natuur- en Recreatieschap de Grevelingen; december 2010.
- de Rooij, J., D.M. Soes & M.T. Collombon, 2010. Ecologisch onderzoek in het Oostvoornse Meer. Beschrijving nulsituatie: macrofauna, macrofyten, fytoplankton, diatomeeën en vis. Rapport 10-193. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- De Vries, I. & R. Postma, 2013. Quick scan waterkwaliteit en ecologie Volkerak-Zoommeer. Deltares rapport 1207783-000. Deltares rapport 1207783-000-VEB-0011.
- De Vries, I. *et al.* 2013. Verwachte waterkwaliteit in een verbonden en zout Grevelingen - Volkerak-Zoommeer met getij.
- Dijkema, K.S., 1987. Changes in salt-marshes area in the Netherlands Waddensea after 1600. In: Vegetation between land and sea by A.H.L. Huiskens, C.W.P.J. Blom en J. Rozema (eds.). Chapter 4. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht/Boston/Lancaster. ISBN 90 6193 6497;
- Dijkema, K.S., D.J. de Jong, M.J. Vreeken-Buijs, W.E. van Duin, 2005. Kwelders en Schooren in de Kaderrichtlijn Water. Ontwikkeling van Potentiële Referenties en van Potentiële Goede Ecologische Toestanden. Alterra Texel, Rijkswaterstaat RIKZ (2005.020), Rijkswaterstaat AGI;
- Doornbos, 1980. Veranderingen in de visstand van het Grevelingenmeer sedert de opening van de doorlaatsluis in de Brouwersdam in 1979. Delta instituut voor Hydrobiologisch onderzoek, Yerseke. DIHP rapport 1980-2
- Faber W., D. Wielakker, A. Bal, J.L. Spier en C. Smulders (lay-out), 2010. Richtlijn KRW-monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen, 2010. Rijkswaterstaat Waterdienst;
- Foden J & D. de Jong, 2007. Assessment metrics for littoral seagrass under the European Water Framework Directive; outcomes of UK intercalibration with

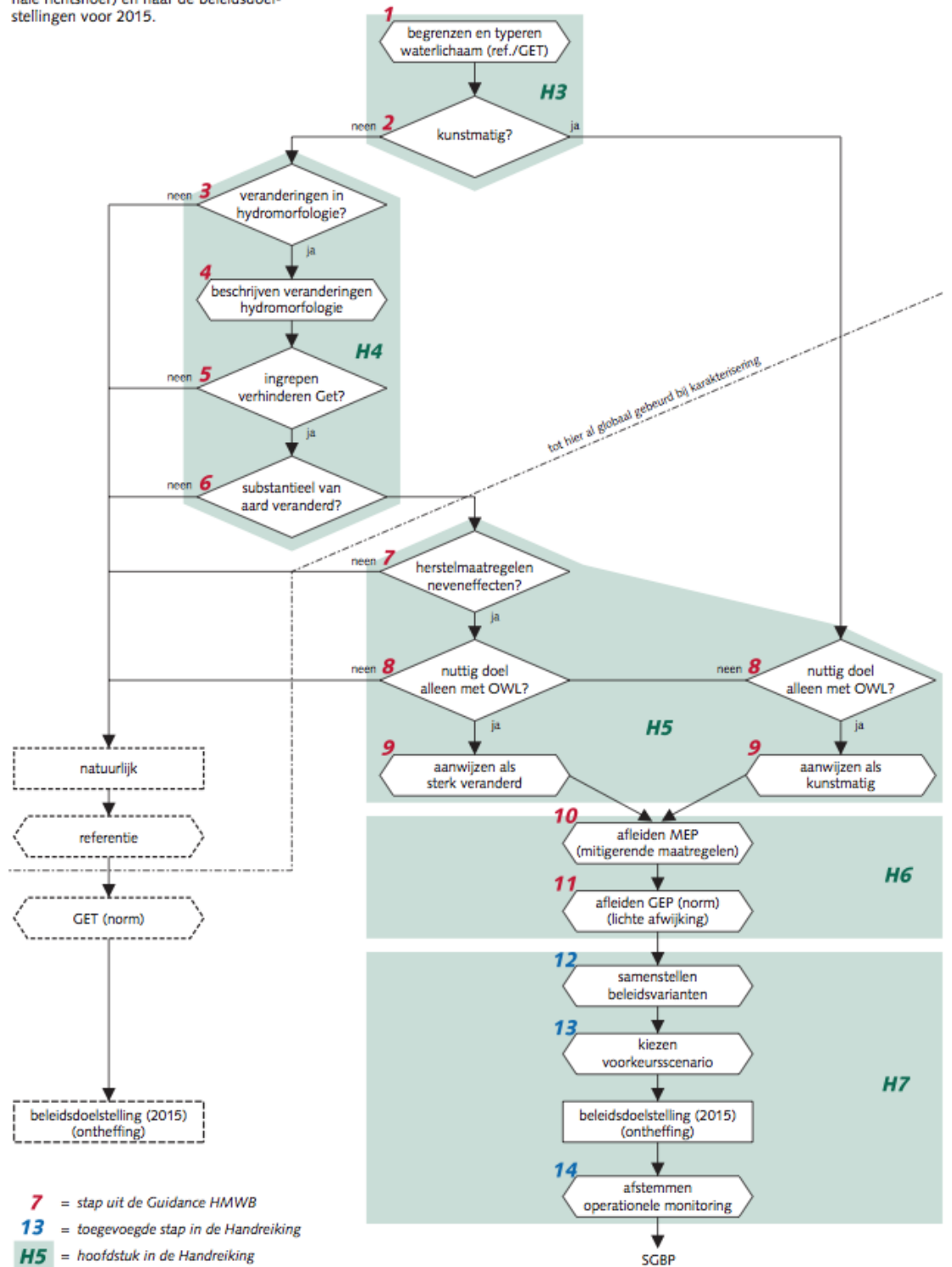
- the Netherlands. *Hydrobiologica* (2007) 579:187-197, DOI 10.1007/s10750-006-0402-y;
- Goudswaard, P.C. & J. Breine, 2011. Kuilen en schieten in het Schelde-estuarium. Vergelijkende vissen op de Zeeschelde in België en Westerschelde in Nederland. IMARES rapport C139/11.
- Haas H., Van der Linden P., & Holzhauer H., december 2006. Flakkeese spuisluis in ere hersteld. Studie naar de effecten van de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis op het Grevelingenmeer. RIKZ-rapport 2006.022.
- Hoeksema H.J., 2002. Grevelingenmeer van kwetsbaar naar weerbaar? Een beschrijving van de ontwikkelingen van 1996 tot 2001 en een toetsing aan het beleid. Rapport nr. RIKZ/2002.033. RIKZ, Middelburg
- Hof, van 't, P.M.J., 2006. Lange-termijn trends van fauna en biotopen in het Eems-Dollard gebied. Alterra Texel in opdracht van het Rijksinstituut voor Kust en Zee. Rapportcode: Trends fauna Eems-Dollard.
- Jager, Z., 2010. Evaluatie vismigratie Volkeraksluizen. Deltares rapport 1201226-005-ZKS-0005.
- Jentink, R., 2013. Ontwikkelingen waterplanten Volkerak- Zoommeer periode 2005-2013. Rapportnummer: 7630A/VZM-1-2013.
- Jong D, de, 2007. KaderRichtlijn Water, bepaling referentiesituatie en P-REF/P-GET en opstellen maatlat voor angiospermen en macrowieren in de zoute en brakke watertypen K1, K2, K3, O2 en M32 in Nederland. Versie 6-2007. RIKZ Middelburg. Document RIKZ/ZDO/2007.803.w
- Lengkeek, W., S. Bouma & H.W. Waardenburg, 2007. Het effect van zuurstofdeficiëntie op het bodemleven in het Grevelingenmeer. Een blik onder water Rapport 07-186. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Lengkeek W., D. Wielakker en A.Bak, 2007a. Voorstellen voor KRW-maatregelen en –doelen voor zoute rijkswateren in Noord-Nederland. Waddenzee en Eems-Dollardkust. Bureau Waardenburg rapportnummer 07-139.
- Lengkeek W., D. Wielakker en A.Bak, 2007b. Voorstellen voor KRW-maatregelen en –doelen voor zoute rijkswateren in Noord-Nederland. Eems-Dollard. Het afleiden van het MEP, GEP en beleidsvarianten volgens de Praagse methoden. Bureau Waardenburg rapportnummer 07-140.
- Lengkeek W., Bouma S. & Waardenburg H.W., 2007c. Het effect van zuurstofdeficiëntie op het bodemleven in het Grevelingenmeer. Een blik onder water. Rapport nr. 07-186, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Loon, W.M.G.M. van, A. J. Verschoor & A. Gittenberger, 2011. Benthic ecosystem quality index 2: design and calibration of BEQI-2 WFD metric for marine benthos in transitional waters. 8 December 2011.
- Loon, W.M.G.M. van & Verschoor, A.J., 2012. Benthic ecosystem quality index 2: application to Dutch marine benthos data from the period 1990-2010. RWS Waterdienst en RIVM.
- Meijer A.J.M., 1990. Monitoringonderzoek aan de visfauna van de Oosterschelde, bewerkingen periode 1979-1986 (intern rapport). Rapport nr. 90.29, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Meijer, A.J.M. & J. van der Horst, 1993. Monitoringonderzoek aan de visfauna van het Volkerakmeer/Zoommeer. Resultaten periode januari 1992-juni 1993 en overzicht 1987-1993. Rapport 93.11. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Meijer, A.J.M. & H.W. Waardenburg, 1990. Monitoringonderzoek aan de visfauna van het Grevelingenmeer, rapportage resultaten 1980-1989. Rapport 90.30. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

- Meijers, E, S. Groot, M. Haasnoot, B van Wesenbeeck, I. de Vries, 2008. Waterkwaliteit en ecotopen in een zout Volkerak-Zoommeer. Planstudie Volkerak- Zoommeer. Deltares rapport Q4448.
- Milieu-effectrapportage waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer, 2012. Bestuurlijk overleg Krammer-Volkerak april 2012 Ontwerp-MER
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2013. Afbakening van de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer. Notitie reikwijdte en detailniveau | juni 2013.
- MIRT-verkenning Grevelingen, 2012. milieueffectrapport, Witteveen en Bos, Natuur en Recreatieschap Grevelingen
- MIRT-verkenning Grevelingen, 2012b. milieueffectrapport deel B: bijlagen, Witteveen en Bos, Natuur en Recreatieschap Grevelingen
- Molen, van der, D.T. & R. Pot, 2007. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA Rapportnummer 2007-32. ISBN 978.90.5773.383.3;
- Molen, van der, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers & L.L.J. van Nieuweburgh (eds.), 2012. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. STOWA Rapportnummer 2012-31. ISBN 978.90.5773.569.1;
- Nolte, A.J. en C. Spiteri, 2011. Effect van herintroductie van getij op waterkwaliteit en ecologische toestand van het Grevelingenmeer. Scenarioberekeningen ten behoeve van de MIRT-Verkenning. Deltares rapport 1201650-000.
- Pluijm A.M. Van der & D.J. de Jong, 1998. Historisch overzicht schorareaal in Zuid-West Nederland. Oppervalkte schorren in de jaren 1856, 1910, 1938, 1960, 1078, 1988 en 1996. RWS-RIKZ Middelburg. Werkdocument RIKZ/OS-98.860 x;
- Projectgroep Implementatie Handreiking, 2005. Handreiking MEP/GEP: Handreiking voor het vaststellen van status, ecologische doelstellingen en bijpassende maatregelenpakketten voor niet-natuurlijke wateren. STOWA-rapport 2006-02
- Reitsma, J.M., & D. Wielakker, 2011. Intercalibratie maatlatten zeegras en kwelders voor de Nederlandse Coastal waters en Transitional waters. Dataset. In opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst
- Rijkswaterstaat, 2012. Brondocument Grevelingen. Doelen en maatregelen rijkswateren. Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat, 2009. Herziene versie 2012.
- Rijkswaterstaat, 2012a. Brondocument Volkerak. Doelen en maatregelen rijkswateren. Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat, 2009. Herziene versie 2012.
- Schutten, J., E.H. van Nes & H. Smit, 1990. Waterplanten in het Volkerak/Zoommeer periode 1986 tot en met 1989. RIZA nota 90.053.
- Sierdsma F., 2007a. MEP en GEP voor de zoute rijkswateren. Oosterschelde. Haskoning referentienummer 9S0926.A0R/902056/Rott1;
- Sierdsma F., 2007b. MEP en GEP voor de zoute rijkswateren. Westerschelde. Haskoning referentienummer 9S0926.A0R/902056/Rott1;
- Sierdsma F., T. van den Broek, 2007a. MEP en GEP voor de zoute rijkswateren. Veerse Meer. Haskoning referentienummer 9S0926.A0R/902056/Rott1;
- Sierdsma F., T. van den Broek, 2007b. MEP en GEP voor de zoute rijkswateren. Grevelingen. Haskoning referentienummer 9S0926.A0R/902056/Rott1;

- Sierdsma F., T. van den Broek, 2007c. MEP en GEP voor de zoute rijkswateren. Volkerak-Zoommeer. Haskoning referentienummer 9S0926.A0/R/902056/Rott1.
- Tosserams, M., E.H.R.R. Lammens & M. Platteeuw, 2000. Het Volkerak-Zoommeer. De ecologische ontwikkeling van een afgesloten zeearm. RIZA rapport 2000.024.
- van de Haterd, R.J.W., S. Bouma, M.T. Collombon & W. Lengkeek, 2010. Herintroductie getij in de Grevelingen en effecten op natuur in intergetijdengebieden Rapport 10-079. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van der Heide, T. M.M. van Katwijk & G.W. Geerling, 2006. Een verkenning van de groeimogelijkheden van ondergedoken Groot zeegras (*Zostera marina*) in de nederlandse Waddenzee. Radboud Universiteit Nijmegen, Afdeling Milieukunde, Onderzoekscentrum B-WARE.
- Van der Heide T, Peeters ETHM, Hermus DCR, van Katwijk MM, Roelofs JGM, Smolders AJP, 2009. Predicting habitat suitability in temperate seagrass ecosystems. *Limnology & Oceanography* 54(6): 2018-2024.
- Van Kessel, N. V., F. Spikmans, G. Hoogerwerf, J. Kranenbarg, 2011. Jaarrapportage Actieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren. Natuurbalans – Limes Divergens BV & Stichting RAVON/Rijkswaterstaat Waterdienst.
- Wetsteijn, 2011. Actualisatie bekkenrapport Grevelingenmeer Een beschrijving van de ecologische ontwikkelingen in de periode 1999 t/m 2008/2009 in vergelijking met de periode 1990 t/m 1998.
- Wielakker D., W. Lengkeek en A. Bak, 2007a. Voorstellen voor KRW-maatregelen en –doelen voor zoute rijkswateren in Noord-Nederland. Waddenzee. Bureau Waardenburg rapportnummer 07-142;
- Wielakker D., W. Lengkeek en A. Bak, 2007b. Voorstellen voor KRW-maatregelen en –doelen voor zoute rijkswateren in Noord-Nederland. Waddenzee havens. Het afleiden van het MEP, GEP en beleidsvarianten volgens de Praagse methoden. Bureau Waardenburg rapportnummer 07-141.
- Wielakker, D., A. Bak & J.M. Reitsma, 2011. Herziening referenties en doelen Kaderrichtlijn Water voor Zeegras en Kwelders in K2, O2 en M32 watertypen. Rapport 11-196. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Wijgerangs, L.J.M. & M.M. van Katwijk, 1993. Zeegrassterfte in het Grevelingenmeer. Een studie naar de mogelijke oorzaken van de afname van het Groot zeegras, *Zostera Marina*, sinds eind jaren tachtig. Uitgevoerd door de Afdeling Aquatische Oecologie, Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. In opdracht van Dienst Getijdewateren, Rijkswaterstaat.

Bijlage 1 Stappenplan doelafleiding

Uit Projectgroep Implementatie Handreiking, 2005
 nale richtsnoer) en naar de beleidsdoel-
 stellingen voor 2015.





Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & landschap
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl