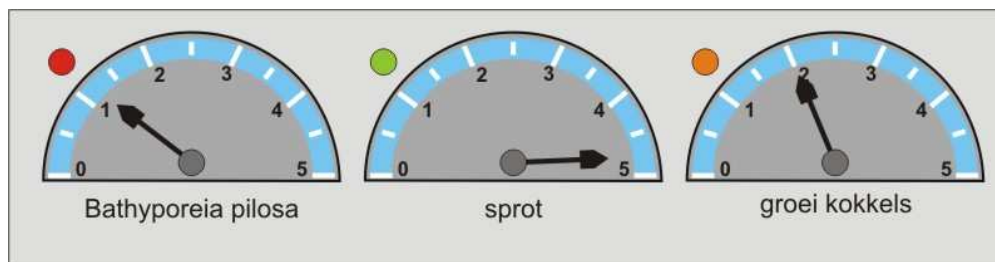


Gezondheidsindicatoren voor het Schelde-estuarium

Een inventarisatie en evaluatie van biologische graadmeters voorgesteld in nationale en internationale kaders, toegepast op het Nederlandse deel van het Schelde-estuarium

J.A. Craeymeersch, I. De Mesel, P.C. Goudswaard, H.J.L. Heessen, R. Henkens, R. H. Jongbloed, N.H.B.M. Kaag

Rapport C020/08



Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen *IMARES*

Vestiging Yerseke

Opdrachtgever: Ministerie van LNV, directie Regionale Zaken - Zuid
Postbus 6111
5600 HC Eindhoven

Publicatiedatum: 27 maart 2008

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2007 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR en TNO.
Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister
Amsterdam nr. 34135929,
BTW nr. NL 811383696B04.



A_4_3_1-V3

De Directie van Wageningen IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen IMARES; opdrachtgever vrijwaart Wageningen IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Samenvatting	5
Summary	5
1. Inleiding	6
2. Benadering	6
3. Chemische graadmeters	10
3.1 Stoffenlijst.....	10
3.2 Normen	14
3.3 Achtergrondgehalten.....	14
3.4 Meten in water of ander compartimenten.....	14
3.5 Blootstellingsroutes	15
3.6 Meetprogramma.....	15
3.7 Concluderende opmerkingen	16
4. Biologische graadmeters.....	17
4.1. Graadmeters Kaderrichtlijn Water.....	17
4.1.1 Fytoplankton.....	18
4.1.1.1 Deelmaatlat abundantie fytoplankton.....	18
4.1.1.2. Deelmaatlat soortensamenstelling fytoplankton.....	19
4.1.2. Waterflora	19
4.1.2.1. Deelmaatlat schorren	20
4.1.2.2. Zeegras.....	21
4.1.2.3. Macroalgen.....	22
4.1.3. Bodemdieren.....	23
4.1.4. Vissen.....	30
4.2. Graadmeters Natura 2000	32
4.3. Graadmeters Milieu- en Natuurplanbureau	37
4.3.1. Natuurwaarde	38
4.3.2. Soortgroep Trend Index (STI)	40
4.3.3. Rode Lijst Indicator (RLI)	40
4.4. Graadmeters EHS.....	41
4.4.1. Begeleid-natuurlijk estuarium.....	42
4.4.2. Open Zee	43

4.5. Synthese graadmeters	44
4.6. Kanttekeningen.....	47
5. Huidige toestand van het Schelde-estuarium	52
6. Gebruiksfuncties bij een gezond estuarium	55
6.1 Landbouw en aquacultuur	55
6.2 Recreatie	55
6.2.1. Gebruiksmogelijkheden Westerschelde voor water- en oeverrecreatie	55
6.2.2. Ontwikkelingen vaar- en oeverrecreatie	56
6.2.3. Autonome ontwikkelingen	56
6.3 Visserij.....	58
7. Referenties	59
Dankwoord.....	64
Verantwoording	65

Samenvatting

Nederland zet zich, samen met Vlaanderen, in voor het behoud en de verbetering van een gezond Schelde-estuarium. Deze 'gezondheid' kan o.a. getoetst worden op basis van een aantal biologische parameters. In dit rapport is een inventarisatie gemaakt van de parameters die worden benut in het kader van een aantal Europese richtlijnen (Kaderrichtlijn Water, Natura 2000) en nationaal beleid (Ecologische Hoofdstructuur) aangevuld met parameters voorgesteld door het Milieu- en Natuurplanbureau. Deze zijn vervolgens beoordeeld op de bruikbaarheid als graadmeters voor deze gezondheidstoestand. Conclusie is dat de meeste graadmeters die zijn opgesteld, ook voor het Schelde-estuarium bruikbaar zijn.

Op basis van de onderlinge afhankelijkheid is een zekere prioriteit aan de graadmeters gegeven. Graadmeters die primair de biologische randvoorwaarden bepalen (fysisch-chemische kenmerken, ecotopen) hebben daarbij de hoogste prioriteit gekregen, graadmeters met betrekking tot het functioneren van het Schelde-estuarium en de aanwezige ecotopen een lagere prioriteit waarbij de inschaling afhankelijk gesteld is van de plaats in de voedselketen en de invloed van externe factoren. Het is echter niet zo dat de ecologische toestand enkel op basis van de graadmeters met hoogste prioriteit goed beschreven kan worden.

Tot slot is de huidige toestand geschetst, voor zover dit op basis van de beschikbare data en kennis mogelijk was. Goede gegevens over bepaalde gebieden (bijv. mondingsgebied) en graadmeters (bijv. vissen) ontbreken immers. Op basis van de overige graadmeters concluderen we dat het Schelde-estuarium nog niet op alle onderdelen voldoet aan het gewenste niveau.

Summary

The Dutch government adopted – together with the Flemish government - a plan for the conservation and improvement of a healthy Scheldt estuary. The diagnosis of the health state will be based upon biological indicators, among others. In this report we review and evaluate biological parameters and metrics proposed within the framework of European directives (Water Framework Directive, Natura 2000) and Dutch nature policy (Netherlands Environmental Assessment Agency - MNP, National Ecological Network - EHS). We conclude that most of these parameters are useful indicators of the Scheldt's ecosystem health.

We prioritized the indicators based upon their mutual dependence. Highest priority is given to physico-chemical and hydro-morphological (ecotopes) elements that support the biological quality elements. Then biological elements were prioritized based upon food web structure and the possible impact of external factors. It should be noted, however, that the ecological status cannot be determined only based upon the highest priority indicators.

Finally, we provide information on the present status based on available data and knowledge. Data on particular subareas (e.g. the ebb-tidal delta) and elements (e.g. fishes) are lacking. The other elements indicate that desired ecological quality has not been achieved yet.

1. Inleiding

De Westerschelde is de zuidelijke tak in het oorspronkelijke mondingsgebied van de rivier de Schelde, en betreft het gedeelte tussen de Nederlands-Belgische grens en de Noordzee. Het is de enige zeearm in Zuidwest-Nederland die niet is afgesloten in het kader van de Deltawerken, en dus ook de enige zeetak waar nu nog sprake is van een estuarium. Het ondiepe zeegebied op de grens met de Noordzee en gekenmerkt door geulen en platen die zich kunnen verplaatsen, is ook de enige buitendelta (of ebdelta) in het Deltagebied die geen sterke gedaanteverwisseling gekend heeft door de afsluiting van de zeearmen en de daarbijhorende veranderde getijstroming. De ecologische betekenis van de Westerschelde is dan ook groot. Maar ook de economische betekenis is groot, vanwege de toegang naar de havens van Antwerpen en Vlissingen. Het beheer moet dan ook met veel factoren rekening houden, waarover ook voldoende kennis moet zijn. Bij het plannen van ingrepen worden (mede door de Europese richtlijnen) hoge eisen gesteld, waaraan enkel voldaan kan worden bij een goede systeemkennis.

De Vlaamse en de Nederlandse regering hebben op 11 maart 2005 een Ontwikkelingsschets 2010 voor het Schelde-estuarium vastgesteld. Voor de lange termijn is de Langetermijnvisie 2030 vastgesteld. Hierin is overeengekomen dat een samenhangende ontwikkeling van met name de functies toegankelijkheid, veiligheid en natuurlijkheid geboden is met als vertrekpunt het behoud van een gezond systeem (PROSES 2004, LNV 2005).

Een primaire vraag is dan wat een gezond estuarien systeem eigenlijk is, hoe dit te herkennen is, en hoe dit vertaald kan worden in te monitoren parameters. In dit rapport is gepoogd om op basis van graadmeters voorgesteld in kader van de Kaderrichtlijn Water (KRW), Natura 2000 en het natuurdoeltypenstelsel van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), aangevuld met graadmeters gewenst door het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP)¹, te komen tot een set van graadmeters met betrekking tot gezondheid. Daarbij hebben we ons beperkt tot de natte natuur.

2. Benadering

Primaire vraag is wat een gezond ecosysteem is. In de loop der jaren zijn er verschillende definities gebruikt, maar de meest gebruikte gaat ervan uit dat een gezond ecosysteem goed moet functioneren en goed georganiseerd en veerkrachtig moet zijn. Goed functioneren heeft betrekking op de functies van een systeem (bijv. productiviteit, natuurlijke processen). Organisatie heeft betrekking op de hoeveelheid en diversiteit aan interacties tussen de elementen van het systeem. En veerkracht slaat op het vermogen van een systeem om zijn structuur en functies te kunnen behouden bij stress (Rapport et al. 1998, de Deckere & Meire 2000).

De Westerschelde en zijn buitendelta zijn onderdeel van het Deltagebied. In het verleden stonden de verschillende watersystemen met elkaar en met het achterland in verbinding. Het gebied bestond uit een aaneenschakeling van estuaria. Nu zijn er als gevolg van de Deltawerken harde grenzen tussen de verschillende wateren en tussen de Deltawateren en hun omgeving (rivieren, Noordzee, land). Om de huidige en verwachte toekomstige problemen

¹ Het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) ondersteunt de politieke en maatschappelijke afweging tussen economische, ecologische, ruimtelijke en sociaal-culturele kwaliteiten door het evalueren van het gevoerde beleid en het verkennen van toekomstige ontwikkelingen van met name de ecologische kwaliteit (www.mnp.nl).

het hoofd te bieden, is een van de hoofddoelstellingen van het regionaal beleid in het Deltagebied het (gedeeltelijk) herstel van estuariene dynamiek genoemd, door het minder hard maken van de grenzen tussen de Deltawateren onderling en tussen de Deltawateren en hun omgeving. Dat zou een oplossing kunnen bieden voor de problemen met betrekking tot hoogwaterveiligheid, ecologie, visserij, scheepvaart en recreatie (Anoniem 2003). Haas & Tosserams (2005) geven vier bouwstenen voor estuariene dynamiek: zoutdynamiek, rivierdynamiek, getijdynamiek en morfodynamiek. Baptist et al (2007) voegt er twee aan toe: nutriëntendynamiek en slibdynamiek. Tabel 1 geeft de parameters die bij elk van deze 6 bouwstenen horen.

Tabel 1. Dynamiek parameters voor een estuariene maatlat (Baptist et al. 2007).

Bouwstenen	Parameters
Rivierdynamiek	Stroomsnelheid (m/s)
	Zoetwateraanvoer (m ³ /s)
	Waterstandverschillen (m)
Getijdynamiek	Verticale waterstandverschillen (getijslag) a.g.v. getij (m) en getijstroming (m/s)
Zoutdynamiek	Ruimtelijke en temporele schommelingen in zoet-zoutgradiënten als gevolg van dynamiek in rivierafvoer en getij-invloed (gCl/l)
Morfodynamiek	Sedimentatie- en erosieprocessen zand en slibtransport.
	Successie in morfologisch landschap
Nutriëntendynamiek	Transformatie, immobilisatie en eliminatie van organisch materiaal en nutriënten, interne recycling
Slibdynamiek	Optreden troebelheidsmaximum en schommelingen als gevolg van dynamiek in rivierafvoer en getij-invloed

Voor het Schelde-estuarium betekent dit alles dus in feite dat er voldoende dynamiek behouden moet blijven om voldoende levenskracht, organisatie en veerkracht te behouden. Graadmeters moeten dan ook zowel structurele als functionele aspecten van de staat van het ecosysteem omvatten, en dit zowel systeembreed als van deelsystemen. Hoe kunnen we tot een operationele set van biologische graadmeters komen?

Een goed functionerend ecosysteem zal daarbij getoetst kunnen worden op basis van chemische, fysische en biologische parameters. Alhoewel dit rapport primair handelt over biologische graadmeters, kunnen de uitspraken op basis van biologische parameters niet los gezien worden van deze op basis van chemische variabelen. Hoofdstuk 3 beschrijft de chemische en fysische graadmeters voor het Schelde-estuarium volgens de KRW-benadering. In de KRW-benadering is de biologie leidend bij het opstellen van de ecologische beoordeling. Hydromorfologische (getijregime, morfologie) en fysisch-chemische kwaliteitselementen (temperatuur, zuurstofhuishouding, zuurstofgehalte, zoutgehalte, nutriënten) worden afgeleid van de biologie. Tabel 2 geeft een overzicht van de kwaliteitseisen met betrekking tot temperatuur, zuurstofgehalte en nutriënten. Voor een uitgebreidere bespreking van de fysische en chemische kenmerken van het Nederlandse deel van het Schelde-estuarium verwijzen we naar o.a. Graveland (2005), Evers (2007) en van der Molen & Pot (2007b). We willen er hier op wijzen dat formeel ook doorzicht een kwaliteitselement moet zijn voor de hoeveelheid algen (bijlage 2 van

van der Molen & Pot 2007b). Door Nederland is doorzicht voor overgangs- en kustwateren (types O1, K1, K2, K3) echter niet genormeerd omdat het doorzicht veelal bepaald wordt door opwervelingen van anorganische zwevende stof en daardoor geen goede indicatie is voor de bovengrens aan hoeveelheid algen (van der Molen & Pot 2007b). De hydromorfologische kwaliteitselementen worden besproken bij de bespreking van de biologische graadmeters, voor zover relevant.

Tabel 2. Getalswaarden van fysisch-chemische kwaliteitselementen voor de watertypes O2 (estuarium met matig getijverschil) en K1 (polyhalien kustwater) (Evers 2007, van der Molen & Pot 2007b) .

kwaliteitselement	watertype	kwaliteitsklasse				
		Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Maximale dagwaarde temperatuur (°C)	O2	≤21	>21-25	>25-27.5	>27.5-30	>30
	K1	≤21	>21-25	>25-27.5	>27.5-30	>30
Zuurstofverzadiging (%)	O2	≥80	<80-60	<60-50	<50-40	<40
	K1	≥80	<80-60	<60-50	<50-40	<40
Nutriënten (winter DIN, mgN/l)	O2	≤0.22	>0.22-0.46	>0.46-0.77	>0.77-0.92	>0.92
	K1	≤0.22	>0.22-0.46	>0.46-0.77	>0.77-0.92	>0.92

In dit rapport hebben we voor de inventarisatie en evaluatie van biologische graadmeters volgende benadering gevolgd. Er is gestart met parameters waarvoor in het kader van een aantal Europese richtlijnen (Kaderrichtlijn Water, Natura 2000) en nationaal beleid (Milieu- en Natuurplan, Ecologische Hoofdstructuur) doelstellingen geformuleerd zijn. Er is nagegaan (hoofdstuk 4) wat de wetenschappelijke onderbouwing is van de parameters en de bijhorende maatlaten en/of grenswaarden, en of de parameters ook te gebruiken zijn bij de evaluatie van het rijksbeleid zoals verwoord in de Langetermijnvisie voor het Schelde-estuarium. Kortom: zijn de genoemde parameters ook graadmeters, zeggen ze voldoende over de toestand van het Schelde-estuarium. We hebben ons daarbij beperkt tot de natte natuur onder invloed van getij. Stranden en duinen (en bijhorende vegetaties en dieren) worden dus niet behandeld.

De Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft tot doel de chemische en ecologische kwaliteit van alle oppervlaktewateren te beschermen, te verbeteren of te herstellen. De Europese Kaderrichtlijn water plaatst de biologie van water centraal. Er worden normen ontwikkeld met als doel de ecologische waterkwaliteit op een goed niveau te brengen. [Paragraaf 4.1](#) geeft een overzicht van de stand van zaken m.b.t. de voorgestelde KRW-graadmeters en de bijhorende normen.

Om de natuur in Europa als geheel te beschermen en te ontwikkelen, wijzen alle Europese lidstaten zogenoemde Natura 2000-gebieden aan. Nederland draagt met 162 gebieden bij aan het Natura 2000-netwerk (LNV 2006a). Begin 2007 heeft Nederland ontwerpbesluiten gemaakt voor de aanwijzing van 119 gebieden. Vooreerst zijn deze parameters nog eens op een rij gezet. Dit rapport sluit aan bij - en borduurt voort op - ander recente overzichten (o.a. Meesters et al. concept, Smit et al. concept) maar is meer up-to-date en specifiek gericht op de buitendijkse gebieden van het Schelde-estuarium. [Paragraaf 4.2](#) geeft een overzicht van de habitattypen en soorten op basis waarvan (delen van) het Schelde-estuarium als speciale beschermingszone onder de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn is aangewezen. Het gaat daarbij om twee gebieden. Het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saetinghe is zeewaarts begrensd tot de lijn Westkappelle-Cadzand (ontwerpbesluit Westerschelde). De Voordelta wordt zeewaarts begrensd door de 20m-dieptelijn. In het zuiden loopt de grens van de Westkapelse zeedijk tot 7.5 km westwaarts in zee en vervolgens in noordwestelijke richting tot aan de westgrens (ontwerpbesluit Voordelta). De buitendelta van de Westerschelde valt dus slechts gedeeltelijk binnen een Natura 2000-gebied. De aanwijzing van het overige deel van de Vlakte van de Raan is voorzien in 2009.

Daarnaast heeft het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) de afgelopen jaren gewerkt aan een breed scala van graadmeters, ten einde een evaluatie van de effecten van het zich ontwikkelende milieu- en natuurbeleid toe te laten (Wiertz 2006). Verschillende graadmeters worden geaggregeerd tot samenvattende graadmeters. Het graadmeterbouwwerk is nog in ontwikkeling. In paragraaf 4.3 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken van de graadmeter 'Biodiversiteit van zoute wateren' en de voorgestelde graadmeters voor het Deltagebied.

Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) heeft in 1990 de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) geïntroduceerd. De EHS bestaat uit een netwerk van natuurgebieden. Het doel van de EHS is de instandhouding en ontwikkeling van deze natuurgebieden, om daarmee een grote aantal soorten en ecosystemen te laten voortbestaan. Over de te realiseren natuurkwaliteit binnen de EHS worden afspraken gemaakt tussen LNV en (o.a.) provincies en terreinbeherende organisaties. Deze afspraken zijn gebaseerd op het natuurdoeltypenstelsel. Paragraaf 4.4 geeft een overzicht van de doelsoorten die voor de natuurdoeltypen van het Schelde-estuarium genoemd zijn.

Paragrafen 4.5 en 4.6, tenslotte, geven respectievelijk een synthese van paragrafen 4.1 t/m 4.4 en een aantal kanttekeningen met betrekking tot de monitoring, de kennis en de integratie van de verschillende graadmeters.

Hoofdstuk 5 gaat na in hoeverre we de huidige toestand kunnen inschatten aan de hand van de in hoofdstuk 4 geselecteerde graadmeters. Hoofdstuk 6 maakt een korte beschouwing over baten of schade van gebruiksfuncties bij een gezond ecosysteem. Doelstelling van het beleid is immers niet alleen een gezond systeem maar ook een multifunctioneel systeem.

3. Chemische graadmeters

Een gezond ecosysteem wordt in het kader van de KRW gedefinieerd als een ecosysteem waar voldaan wordt aan de criteria (maatlatten) voor Goede Chemische Toestand (GCT) en Goede Ecologische Toestand (GET). De Westerschelde valt grotendeels in watertype O2 (overgangswater met een matig getijdenverschil). Het mondingsgebied behoort tot K1 (kustwateren).

3.1 Stoffenlijst

Als maatlat voor het behalen van de GCT (de linkerpoot van de GT) zijn voor een aantal stoffen normen opgesteld. Dit zijn 33 prioritare stoffen (20 prioritare en 13 prioritair gevaarlijke stoffen), zoals genoemd in Annex X van de KRW en 8 overige relevante stoffen voor een GCT, zoals genoemd EU (21006c). De stoffenlijst omvat een aantal bestrijdingsmiddelen, PAK en zware metalen.

Als daar aanleiding toe is, kan deze lijst worden uitgebreid met nieuwe stoffen. Zo heeft de EU recent een lijst met stofnamen opgesteld die dienen te worden geëvalueerd met het oog op identificatie als mogelijke prioritare stof of mogelijk gevaarlijke stof (EU 2006c). Dit gaat om 28 stoffen/stofgroepen.

Voor het behalen van een GCT is het noodzakelijk dat de concentraties van deze stoffen in het milieu lager zijn dan de norm, ongeacht of dit ook voor het behalen van de GET noodzakelijk is.

Daarnaast kunnen aanvullend 'stroomgebiedsrelevante stoffen' worden gedefinieerd, waarvan verondersteld kan worden dat ze een negatieve invloed hebben op het behalen van de GET, d.m.v. een studie naar bedrijven en activiteiten die afwateren op de Westerschelde. De stoffen die worden geloosd kunnen heel specifiek zijn, bijvoorbeeld van de akkerbouw, de chemische of farmaceutische industrie en zijn daarmee relevant om te worden gemonitord. De toepassing en lozing van bepaalde stoffen kan erg teelt-, toepassings-, of tijdsafhankelijk zijn waardoor de plaats en de tijd van meten van belang is.

Het terugdringen van de gehalten van deze stoffen is derhalve geen doel op zich, maar direct gericht op de effecten die ze zouden kunnen uitoefenen. De samenstelling van de lijst met stroomgebiedrelevante stoffen kan variëren in de loop der jaren afhankelijk van de toename of afname van emissies van bedrijven en activiteiten in het gebied. Voor deze stoffen kan een waterbeheerder in principe zelf gebiedsspecifieke normen opstellen. In de praktijk zal aangesloten worden op bestaande landelijke normen (4^{de} Nota Waterhuishouding NW4, Milieukwaliteitsnorm MKN).

Recentelijk is een analyse gemaakt van de probleemstoffen in het Nederlandse deel van het Schelde stroomgebied (Paulus 2007, tabel 3). Hierin wordt voor de prioritare stoffen en stroomgebiedsrelevante stoffen aangegeven in hoeverre deze in het gebied normoverschrijdend zijn.

Tabel 3. Overzicht van stoffen met gemeten normoverschrijdingen in de Westerschelde en aangrenzende waterlichamen, gebaseerd op Paulus (2007) en Van den Boomen (2006).

Stoffen	Rijkswateren			Regionale wateren				*
	Kanaal Gent-Terneuzen	Westerschelde	Zeeuwse Kust	waterschap Zeeuwse Eilanden	waterschap Brabantse Delta	waterschap Zeeuws Vlaanderen	(zweven Scheide di stof)	
Prioritaire stoffen								
Bijlage X KRW								
alachloor								
antraceen								
atrazine								
benzeen								
pentabroomdifenylether (DBE 119)								
Cadmium								
chloorfeninfos								
chloorpyrifos								
1,2-dichloorethaan								
dichloormethaan								
bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)								
diuron								
fluorantheen								
hexachloorbenzeen								
gamma-isomeer, lindaan								
hexachloorbutadieen								
isoproturon								
kwik								
naftaleen								
Lood								
Nikkel								
nonylfenol (4p-nonyfenol)								
octylfenol (para-terf-octylfenol)								
pentachloorbenzeen								
PCP (pentachloorfeno)								
benzo(a)pyreen (PAK)								
som Benzo(ghi)pyriene en Indeno(1,2,3-c,d)pyreen								
som Benzo(b)fluorantheen en Benzo(k)fluorantheen								
simazine								
tributyltin								
trichloorbenzenen								
trichloormethaan								
trifluraline								
Nutriënten								
Fosfor								
Stikstof								
Metalen								
Chroom								
Koper								
Cobalt								
Vanadium								
Zink								
Bestrijdingsmiddelen								
aldicarb								
aldrin								
carbendazim								
deltamethrin								
endrin								
heptenofos								
imidacloprid								
kresoxim-methyl								
lambda-cyhalothrin								
maneb/zineb som								
monolinuron								
propoxur								
thiram								
Organotinverbindingen								
trifenylytin								
Overige gemeten stoffen								
arseen								
Benzo(a)antraceen								
Chryseen								
Fenantreen								
Minerale olie								
PCB 053								
PCB 101								
PCB 118								
PCB 138								
PCB 153								
PCB 180								

Legenda :

	onder de norm
	<= 2 x norm
	<= 3 x norm
	> 5 x norm

	niet gemeten
	wel gemeten, geen norm
	beneden detectiegrens (grens > norm)
	problematisch in zwevende stof

Tabel 4: Stoffen met door de EU vastgestelde chemische normstelling (EU 2000, 2001, 2006a, c, b). (MKN = milieukwaliteitsnorm; JG = jaargemiddelde; MAC = maximaal aanvaardbare concentratie; status: P = prioritaire stof, G = prioritaire gevaarlijke stof, (G) = mogelijk prioritaire gevaarlijke stof, A = andere stof)

Stofnaam Cas-nr.	JG-MKN (µg/l) ¹ Rivieren, Meren	JG-MKN (µg/l) ¹ Kust-, Overgangs- en Territoriale Wateren	MAC-MKN (µg/l) ² Rivieren, Meren	MAC-MKN (µg/l) ² Kust-, Overgangs- en Territoriale Wateren	Status ³
Alachloor 15972-60-8	0,3	0,3	0,7	0,7	P
Antraceen 120-12-7	0,1	0,1	0,4	0,4	(G)
Atrazine 1912-24-9	0,6	0,6	2,0	2,0	(G)
Benzeen 71-43-2	10	8	50	50	P
Pentabroomdifenylether 23 32534-81-9	0,0005	0,0002	n.v.t.	n.v.t.	G
Cadmium en zijn verbindingen 7440-43-9 ⁴					G
klasse 1	≤ 0,08	0,2	≤ 0,45		
klasse 2	0,08		0,45		
klasse 3	0,09		0,6		
klasse 4	0,15		0,9		
klasse 5	0,25		1,5		
C10-13-chlooralkanen 85535-84-8	0,4	0,4	1,4	1,4	G
Chloorfenvinfos 470-90-6	0,1	0,1	0,3	0,3	
Chloorpyrifos 2921-88-2	0,03	0,03	0,1	0,1	(G)
1,2-Dichloorethaan 107-06-2	10	10	n.v.t.	n.v.t.	P
Dichloormethaan 75-09-2	20	20	n.v.t.	n.v.t.	P
Bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP) 117-81-7	1,3	1,3	n.v.t.	n.v.t.	(G)
Diuron 330-54-1	0,2	0,2	1,8	1,8	(G)
Endosulfan 115-29-7	0,005	0,0005	0,01	0,004	(G)
Fluorantheen 206-44-0	0,1	0,1	1	1	P
Hexachloorbenzeen 118-74-1	0,01	0,01	0,05	0,05	G
Hexachloorbutadieen 87-68-3	0,1	0,1	0,6	0,6	G
Hexachloorcyclohexaan 608-73-1	0,02	0,002	0,04	0,02	G
Isoproturon 34123-59-6	0,3	0,3	1,0	1,0	(G)
Lood en zijn verbindingen 7439-92-1	7,2	7,2	n.v.t.	n.v.t.	(G)
Kwik en zijn verbindingen 7439-97-6	0,05	0,05	0,07	0,07	G
Naftaleen 91-20-3	2,4	1,2	n.v.t.	n.v.t.	(G)
Nikkel en zijn verbindingen 7440-02-0	20	20	n.v.t.	n.v.t.	P
Nonylfenolen 25154-52-3	0,3	0,3	2,0	2,0	G
Octylfenolen 1806-26-4	0,1	0,01	n.v.t.	n.v.t.	(G)
Pentachloorbenzeen 608-93-5	0,007	0,0007	n	n.v.t.	G
Pentachloorfenol 87-86-5	0,4	0,4	1	1	(G)
Polyaromatische koolwaterstoffen (PAK) n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	G
Benzo(a)pyreen 50-32-8	0,05	0,05	0,1	0,1	P

Stofnaam Cas-nr.	JG-MKN (µg/l) ¹ Rivieren, Meren	JG-MKN (µg/l) ¹ Kust-, Overgangs- en Territoriale Wateren	MAC-MKN (µg/l) ² Rivieren, Meren	MAC-MKN (µg/l) ² Kust-, Overgangs- en Territoriale Wateren	Status ³
Benzo(b)fluorantheen 205-99-2	Σ=0,03	Σ=0,03	n.v.t.	n.v.t.	P
Benzo(k)fluorantheen 207-08-9					P
Benzo(g,h,i)peryleen 191-24-2	Σ=0,002	Σ=0,002	n.v.t.	n.v.t.	P
Indeno(1,2,3-cd)pyreen 193-39-5					P
Simazine 122-34-9	1	1	4	4	(G)
Tributyltinverbindingen 688-73-3	0,0002	0,0002	0,0015	0,0015	G
Trichloorbenzenen (alle isomeren) 12002-48-1	0,4	0,4	n.v.t.	n.v.t.	(G)
Trichloormethaan 67-66-3	2,5	2,5	n.v.t.	n.v.t.	P
Trifluraline 1582-09-8	0,03	0,03	n.v.t.	n.v.t.	(G)
DDT totaal ⁵	0,025	0,025	n.v.t.	n.v.t.	A
para-para-DDT 50-29-3	0,01	0,01	n.v.t.	n.v.t.	A
Aldrin 309-00-2	Σ=0,010	Σ=0,005	n.v.t.	n.v.t.	A
Dieldrin 60-57-1					A
Endrin 72-20-8					A
Isodrin 465-73-6					A
Tetrachloorkoolstof 56-23-5	12	12	n.v.t.	n.v.t.	A
Tetrachloorethyleen 127-18-4	10	10	n.v.t.	n.v.t.	A
Trichloorethyleen 79-01-6	10	10	n.v.t.	n.v.t.	A

¹ Deze parameter is de milieukwaliteitsnorm uitgedrukt als jaargemiddelde (JG-MKN).

² Deze parameter is de milieukwaliteitsnorm uitgedrukt als maximaal aanvaardbare concentratie (MAC-MKN)

Wanneer voor de MAC-MKN "niet van toepassing" (n.v.t.) wordt aangegeven, vormt de JG-MKN ook een bescherming tegen verontreinigingspieken op korte termijn, aangezien deze aanzienlijk lager is dan de op basis van de acute toxiciteit afgeleide waarde.

³ P= prioritaire stof Annex X KRW

G= prioritaire gevaarlijke stof Annex X KRW

(G) = mogelijke prioritaire gevaarlijke stof Annex X KRW (evaluatie gaande)

A = andere stoffen met EU MKN, niet KRW

⁴ Voor cadmium en zijn verbindingen (nr. 6) zijn de MKN-waarden afhankelijk van de hardheid van het water, ingedeeld in vijf klassen:

klasse 1: < 40 mg CaCO₃/l

klasse 2: 40-50 mg CaCO₃/l

klasse 3: 50 tot < 100 mg CaCO₃/l

klasse 4: 100 tot < 200 mg CaCO₃/l

klasse 5: ≥ 200 mg CaCO₃/l

⁵ DDT totaal omvat de som van de volgende isomeren

1,1,1-trichloor-2,2-bis(p-chloorfenyl)ethaan (CAS-nummer 50-29-3),

1,1,1-trichloor-2-(o-chloorfenyl)-2-(p-chloorfenyl)ethaan (CAS-nummer 789-02-6),

1,1-dichloor-2,2-bis(p-chloorfenyl)ethyleen (CAS-nummer 72-55-9) en

1,1-dichloor-2,2-bis(pchloorfenyl) ethaan (CAS-nummer 72-54-8).

3.2 Normen

De chemische doelen onder de Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn vastgelegd in normen. De waarden van deze normen zijn te vinden in Tabel 4. Als Nederland behoefte heeft aan een norm voor een stof, waarvoor geen EU-norm is vastgesteld, leidt het RIVM een norm af volgens de methode die in de EU gangbaar is. Het oppervlaktewater in Nederland moet voldoen aan normen voor 33 geselecteerde chemische stoffen volgens de KRW Dochterrichtlijn Prioritaire Stoffen en de 8 niet prioritaire stoffen. In aanvulling daarop heeft Nederland voor een veel uitgebreidere lijst van stoffen normen vastgesteld. Worden deze normen gehaald, dan is er sprake van een goede chemische toestand. De normen zijn gebaseerd op de kennis over de effecten van stoffen in het milieu en op de mens. Het maximaal toelaatbaar risico (MTR) is de concentratie van een stof in bijvoorbeeld water waaronder geen negatief effect is te verwachten. De streefwaarde (SW) ligt meestal op een honderdste van het MTR. Het beleid is gericht op het behalen van deze SW. Met de hierin ingebouwde veiligheidsfactor kunnen naar verwachting eventuele cumulatieve effecten van gelijktijdig aanwezige stoffen worden vermeden. De normen zijn in principe afgeleid van (eco)toxiciteitsgegevens van stoffen opgelost in water, aangezien deze data het meest betrouwbaar zijn.

3.3 Achtergrondgehalten

Bij het meten van metalen in oppervlaktewater en sediment moet men ook rekening houden met de achtergrondgehalten in het betreffende gebied. Veel metalen komen namelijk “van nature” voor in oppervlaktewater. Daarnaast kunnen menselijke activiteiten leiden tot een verhoging van de metaalconcentratie in oppervlaktewater. De metaalconcentratie die wordt gemeten in het oppervlaktewater is dus een optelling van de natuurlijk voorkomende concentratie (achtergrondconcentratie) en “antropogene” concentratie. Maatregelen gericht op het terugdringen van de verontreiniging met metalen hebben alleen invloed op deze antropogene concentratie en kan maximaal plaatsvinden tot aan het niveau van de achtergrondconcentratie. Bij de normstelling van metalen wordt daarmee rekening gehouden door de zogenaamde “added risk approach” (Struijs et al. 1997). Dit houdt in dat de algemene norm wordt opgeteld bij de achtergrondconcentratie die voor betreffende gebied geldt tot een specifieke norm voor dat gebied waaraan de gemeten concentraties getoetst moeten worden. Voor een aantal metalen, zoals koper en zink, zijn de achtergrondgehalten in verschillende Europese regio’s geschat (Laane 1992, Slooff & van de Meent 1992, van den Hoop 1995).

3.4 Meten in water of ander compartimenten

De normen die moeten worden gehanteerd volgens de KRW gelden voor metingen in het water. Er zijn niet voldoende betrouwbare gegevens om ook normen af te leiden voor sediment en zwevend stof. Dit geeft nu vaak problemen voor stoffen zoals PAK die slechts in zeer lage concentraties in het water voorkomen en voornamelijk aan zwevende stof en sediment zijn geadsorbeerd. De normen van deze stoffen in het water zijn daarom erg laag. Voor sommige stoffen zijn de normen zo laag, dat alleen zeer zware normoverschrijdingen te detecteren zijn met de huidige analytische methoden. Overigens is het sinds kort toegestaan de milieukwaliteitsnormen van stoffen in het sediment te gebruiken voor de toetsing van gemeten concentraties in sediment (EC 2007). Het probleem is dat er nauwelijks specifieke sedimentnormen beschikbaar zijn. Veelal zijn deze middels partitieberekeningen afgeleid uit de norm voor water en niet experimenteel bepaald. Uit een analyse van Witteveen en Bos, blijkt dat normoverschrijdingen inderdaad veel vaker voorkomen als ook gehalten in zwevend stof worden meegenomen (van den Boomen 2006; zie tabel 3).

3.5 Blootstellingsroutes

Indien alleen normen voor concentraties in water worden gehanteerd, gaat men er impliciet van uit dat organismen alleen via het water worden blootgesteld, of dat het systeem zodanig in evenwicht is dat de blootstellingsroute niet meer uitmaakt.

Dit is echter geen correcte aanname. Veel systemen zijn niet in evenwicht. Veel stoffen zijn dermate hydrofoob (watermijdend) dat de concentraties in water zeer laag zijn (en vaak nauwelijks te meten). Deze stoffen binden daarentegen zeer goed aan het zwevend stof en komen via sedimentatie in het sediment terecht. Door vertering kunnen deze stoffen weer vrij komen, waardoor organismen via hun voedsel aan veel hogere concentraties worden blootgesteld. Indien de stoffen ook nog eens slecht worden uitgescheiden of afgebroken en via de voedselketen in hogere organismen kan stapelen, spreekt men van doorvergiftiging. Doorvergiftiging van dioxines en gebromeerde vlamvertragers speelt mogelijk een rol bij de slechte voortplantingsresultaten van visdieren bij Terneuzen (zie o.a. website van EU-project MODELKEY, <http://www.modelkey.ufz.de/>). Juist in de overgangszone tussen zoet en zout water, zoals die zich in estuaria voordoet, speelt binding aan zwevend stof en belangrijke rol.

3.6 Meetprogramma

De KRW verplicht waterbeheerders metingen te verrichten en rapportages te maken voor oppervlaktewater, grondwater en beschermde gebieden. Aan de hand daarvan kunnen ze beslissen welke maatregelen ze moeten nemen. Waterbeheerders voeren momenteel een monitoringprogramma uit om een goed beeld te krijgen van de watertoestand in elk stroomgebiedsdistrict.

Zoals beschreven in paragraaf 3.4 en 3.5. is het belangrijk dat stoffen niet alleen in water worden gemeten, maar ook in zwevend stof en sediment. Om een indicatie te krijgen voor biologische beschikbaarheid en het risico voor doorvergiftiging is het ook aan te bevelen een aantal stoffen in biota te meten, zoals bijvoorbeeld gebeurd in het mosselmeetnet van Rijkswaterstaat (zie Belfroid & van der Hoeven 2006 voor een recente evaluatie van het mosselmeetnet). Monitoring van sediment en biota heeft ook het voordeel dat de gehalten een integraal vormen over een langere periode en dus niet zo variabel zijn als gehalten in water en zwevend stof. Voor dit doel kunnen ook zogenaamde 'passive samplers' worden ingezet. Passive samplers bestaan uit kunstmatig materiaal dat enige tijd wordt uitgehangen in watersystemen en waarin zich contaminanten vanuit de waterfase in op kunnen hopen tot er een evenwicht ontstaat. Met behulp van toxiciteitsdata kunnen de gemeten concentraties omgerekend worden naar een fractie beïnvloede soorten in het systeem, zodat een indicatie verkregen kan worden van mogelijke ecologische risico's (msPAF, Klepper et al. 1998, van de Meent 1999).

Stoffen kunnen ook biologisch gemonitord worden. Mariene slakken bijvoorbeeld ontwikkelen na blootstelling aan tributyltin (TBT) imposex of intersex. Deze organismen behoren tot de meeste gevoelige organismen voor TBT. De purperslak ontwikkelt al imposex bij concentraties hoger dan 1 ng TBT-Sn per liter (Oehlmann et al. 1996) In Nederland is al ervaring opgedaan met het gebruik van diverse soorten mariene slakken als indicator voor TBT-verontreiniging (ten Hallers-Tjabbes et al. 1994, Mensink et al. 1996, Ide et al. 1997, Kaag et al. 2004, Kaag & J. Jol 2007).

Naast deze directe biomarkers, kunnen ook bioassays ingezet worden om het effect van stoffen te bepalen. Bioassays hebben als voordeel dat ze reageren op de biologische beschikbare fracties van alle aanwezig stoffen. Daarmee wordt heel direct de gecombineerde toxische werking van stoffen meegenomen in de analyse en ook

stoffen die niet standaard gemeten worden. Omdat alleen de beschikbare fractie effect heeft in een bioassay, worden overschattingen die het gevolg zijn van het testen (in laboratorium toxiciteitstesten) en het rekenen met totaal gehalten of verondersteld beschikbare fracties vermeden. Bioassays kunnen toegepast worden op watermonsters, maar ook op veldsediment. Daarnaast worden er momenteel technieken ontwikkeld om bioassays uit te voeren op geconcentreerde extracten. Door de aanwezige stoffen te concentreren, worden de effecten versterkt en daardoor duidelijker waarneembaar. Middels speciale technieken, zoals EDA (Effect Directed Assessment), of TIE (Toxiciteit Identificatie en Evaluatie) kan achterhaald worden welke stof(fen), of stofgroep(en) verantwoordelijk zijn voor de waargenomen effecten.

3.7 Concluderende opmerkingen

Als de chemische en biologische graadmeters van de KRW goed zijn (GCT, GET), is het aannemelijk dat een gezonde en duurzame Westerschelde is veiliggesteld.

Daarvoor moet ook voldaan zijn aan ecotoxicologische kwaliteitseisen. Ecotoxicologische kwaliteitseisen worden gemonitord aan de hand van 'stroomgebied relevante stoffen'. Het is hierbij niet voldoende om alleen de concentraties van stoffen opgelost in water te meten. Door de aard van het systeem (zoet-zout overgang) en de verschillende blootstellingsroutes voor soorten met een verschillende levenswijze, is ook monitoring van zwevend stof en sediment noodzakelijk. Aanvullende monitoring van gehalten in biota geeft bovendien een indicatie van de biologisch beschikbare fractie van stoffen.

Effect monitoring, in het veld of door middel van gerichte bioassays, kan aangeven in hoeverre ecotoxicologische parameters een rol spelen in de huidige biologische toestand.

4. Biologische graadmeters

4.1. Graadmeters Kaderrichtlijn Water

Volgens de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW; 2000/60/EEC) moeten alle wateren per 2015 in de zogenaamde 'goede toestand' verkeren, zowel chemisch als ecologisch (GCT resp. GET). In 2009 moeten lidstaten in hun stroomgebiedbeheersplan aankondigen welke maatregelen ze daarvoor gaan treffen (STOWA 2005a).

Hiertoe zijn in Nederland 42 watertypen onderscheiden. Hiervan is beschreven hoe ze er ecologisch uit zouden zien als er geen of slechts geringe menselijke invloed zou zijn geweest. De ecologische toestand wordt beoordeeld op basis van 3 deelaspecten:

- 1) biologische kwaliteitsparameters (algen, waterplanten, bodemdieren, vissen²)
- 2) hydro-morfologische belasting
- 3) fysisch-chemische parameters: temperatuur, doorzicht en een aantal chemische stoffen (nutriënten - stikstof, fosfor, en een aantal zware metalen en bestrijdingsmiddelen)³

De biologie is leidend bij het opstellen van de ecologische beoordeling. Hydromorfologische en fysisch-chemische kwaliteitselementen worden afgeleid van de biologie (van der Molen & Pot 2007a).

De 42 typebeschrijvingen gaan over natuurlijke wateren. Voor de sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen (dit zijn de meeste waterlichamen) is er regionale beleidsvrijheid bij het bepalen van de ecologische doelen (GEP) en maatregelen (STOWA 2005b). De Westerschelde en het Zeeuwse kustwater behoren tot de categorie 'sterk veranderd' (Kornman *et al.* 2004).

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de referenties en bijhorende maatlatten opgesteld voor de biologische kwaliteitsparameters van de natuurlijke watertypes O2 (overgangswateren met een matig getijdeverschil), waartoe de Westerschelde behoort, en K1 (kustwater), waartoe het mondingsgebied van de Westerschelde behoort (Kornman *et al.* 2004, STOWA 2005b, van der Molen & Pot 2007a)⁴. De referentie beschrijft een nagenoeg onverstoorde toestand en is dus nadrukkelijk niet hetzelfde als de ecologische norm of beleidsdoelstelling (van der Molen & Pot 2007a).

Momenteel wordt in de regio volop gewerkt aan MEP's en GEP's: ecologische maatlatten voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen (MEP = maximum ecologisch potentieel; GEP = goed ecologisch potentieel). Bij dit soort wateren leiden we de normen af van het natuurlijke watertype dat er het meest mee overeenkomt, rekening houdende met de effecten van de niet meer terug te draaien veranderingen. Het Goed Ecologisch Potentieel is voor de meeste Nederlandse oppervlaktewateren het in 2015 te bereiken doel.

² Vissen zijn in de KRW geen kwaliteitselement in de kustwateren (in het Scheldestroomgebied: de Oosterschelde en de Voordelta, dus ook de buitendelta van het Schelde-estuarium)

³ Zie Karakterisering stroomgebied Schelde (2004), tabel pagina 90.

⁴ Type K1 is eerder opgesplitst in K1 en K3 op basis van verschillen in zoutgehalte maar later samengevoegd. In een aantal van de genoemde referenties wordt de monding van de Westerschelde daarom getypeerd als K3.

4.1.1 Fytoplankton

Het fytoplankton (vrij zwevende algen) is de basis van de voedselketen. Zowel de hoeveelheid als de soortensamenstelling bepalen de waterkwaliteit. Het gehalte chlorofyl-a (biomassa) is een maat voor de productiviteit van het ecosysteem, en daarom als graadmeter op te nemen.

Sommige algensoorten kunnen profiteren van eutrofiëring en kunnen zich overmatig ontwikkelen. Voor de KRW is daarom voorgesteld de hoeveelheid Phaeocystis als indicator te gebruiken. Het is echter niet helemaal duidelijk of deze soort wel als plaagalg beschouwd moet worden. Daarenboven komen overmatige bloeien van Phaeocystis vooral voor in de kustzone zelf. Alhoewel het voorkomen daar wel indirect (stikstof-toevoer) een gevolg is van de waterkwaliteit in het estuarium, is de hoeveelheid Phaeocystis wellicht geen goede graadmeter voor het Schelde-estuarium. Voor de nutriëntengehaltes zijn overigens ook direct maatlaten voorzien.

De beoordeling van het fytoplankton is opgesplitst in twee delen. Het eerste deel bestaat uit een beoordeling van de abundantie van de totale hoeveelheid algen en het tweede deel bestaat uit een beoordeling van de soortensamenstelling van het fytoplankton (van den Berg 2004a).

4.1.1.1 Deelmaatlat abundantie fytoplankton

In de beoordeling van de abundantie van de totale hoeveelheid fytoplankton voor de KRW is gekozen voor het gehalte chlorofyl-a. Het gehalte chlorofyl-a is indicatief voor de productiviteit van het systeem en daardoor een goede maat voor de nutriëntenbelasting en eutrofiëring van overgangs- en kustwateren. Een belangrijk uitgangspunt voor de maatlat van het chlorofyl-a is dus het bestaan van een relatie tussen het gehalte van nutriënten en het gehalte van chlorofyl-a. De onbeïnvloede situatie is echter niet direct af te leiden uit de meetgegevens. In het verleden (t.b.v. de AMOEBE-methodiek) is een schatting gemaakt van de antropogene aandelen van de nutriëntenbelasting op de Noordzee (de Vries et al. 1993) maar deze schatting kan problemen opleveren bij extrapolatie naar andere watersystemen. Dit antropogeen aandeel is afgetrokken van de huidige nutriëntenbelasting om het natuurlijk achtergrondgehalte aan nutriënten te bepalen. De referentiewaarde voor chlorofyl-a is vervolgens bepaald met modelberekeningen. Per watersysteem zijn verschillende modellen gebruikt. Voor de Westerschelde bijv. is het chlorofyl-gehalte bepaald met het model MOSES (Soetaert et al. 1994). Bij de Watersysteemverkenningen, die de AMOEBE's als basis gebruiken (zie bijv. Baptist & Jagtman 1997), is als referentiewaarde voor de chlorofylconcentratie de 90-percentiel chlorofyl-a zomerwaarde genomen. Er is voor de 90-percentiel gekozen omdat in de gemiddelde waarden de pieken die problemen veroorzaken niet altijd terug te vinden zijn, en om te corrigeren voor het niet terugvinden van toevallig wel of niet gemeten piekwaarden in het maximum (Lorenz et al. 2003).

De KRW wil ook aansluiten bij de Oslo-Paris Convention (OSPAR). De Ecological Quality Objectives (EcoQO's) van OSPAR gaan o.a. uit van de gemiddelde waarde van de chlorofyl-a concentraties in het groeiseizoen. Om aansluiting met OSPAR te houden is daarom ook voor de KRW gekozen voor de gemiddelde zomerwaarde van het chlorofyl-a. De referentie hiervoor is afgeleid uit de op basis van de model berekende 90-percentiel chlorofyl-a zomerwaarden: gemiddeld is de gemiddelde waarde 51% van de 90%-percentielwaarde. De EcoQO voor fytoplankton gaat ook uit van de maximum waarde in het groeiseizoen. Omdat de spreiding in de maxima veel groter is dan de spreiding van het gemiddelde, is besloten de maxima voor de KRW niet in beschouwing te nemen (van den Berg 2004a).

Tabel 5. De 90-percentiel chlorofyl-a zomerwaarden en de daaruit afgeleide afgeronde referentiewaarden voor de gemiddelde zomerwaarden chlorofyl-a ($\mu\text{g/l}$) voor de Westerschelde (overgangswater) en Voordelta (kustwater) (naar van den Berg (2004a))

Type	Gebied	Referentie 90-perc	Referentie gemiddelde
Overgangswater met matig getijverschil	Westerschelde	11.9	6
Kustwater	Voordelta	14.4	7

4.1.1.2. Deelmaatlat soortensamenstelling fytoplankton

Voor deze deelmaatlat is een benadering gekozen waarbij getoetst wordt op bloeien van ongewenste soorten. De deelmaatlat is een toets op antropogene invloeden, zoals een belasting met nutriënten of de inlaat van gebiedsvreemd water (van den Berg 2004a, van der Molen & Pot 2007b). Voor overgangs- en kustwateren wordt alleen de frequentie van *Phaeocystis* bloeien als indicator gebruikt. Voor *Phaeocystis* is, in tegenstelling tot een aantal andere plaagalgen, een duidelijk verband aangetoond tussen het voorkomen van de alg en eutrofiëring (zie o.a. Peperzak 1994). Voor andere toxische algen (*Pseudonitzschia*, *Chrysochromulina*, *Alexandrium*, *Dinophysis*, *Noctiluca*) is het onduidelijk of dit verband wel bestaat (van den Berg 2004a).

Een bloei van *Phaeocystis* is gedefinieerd als een concentratie van $> 10^6$ cellen/l (of meer dan 1000 cellen per cm^3) (Cadee & Hegeman 2002, Peperzak 2002) en de frequentie wordt berekend als het aantal maanden per jaar dat er een bloei geconstateerd is, uitgedrukt als percentage. Eén bloei van *Phaeocystis* per jaar wordt als referentie beschouwd. Dit komt overeen met een frequentie van 8,3 % (van der Molen & Pot 2007b).

Phaeocystis-bloeien werden in de Nederlandse kustzone van de Noordzee al in het begin van de 20^{ste} eeuw waargenomen. Ook in 1910-1911 kwamen voor de Nederlandse kust kolonies voor, waarbij aan de kust concentraties hoger dan 1 miljoen cellen per liter voorkwamen (Peperzak 1994, Peperzak 2002). In de loop van die eeuw echter zijn zowel de maximum concentraties als de bloeiduur van *Phaeocystis* aan de kust sterk toegenomen. Lorenz et al (2003) stellen dat de door OSPAR gestelde grenswaarde discutabel is. Ook Peperzak (mond. med.) vindt 1 miljoen cellen erg weinig. Peperzak (1994) stelt voor een grenswaarde van 10 miljoen cellen per liter aan te houden.

Lorenz et al (2003) vragen zich verder nog af of *Phaeocystis* wel als plaalgalg beschouwd moet worden, en dus opgenomen als deelmaatlat. Enerzijds omdat zoals eerder gezegd de algenbloeien vroeger ook al voorkwamen, anderzijds omdat algenbloeien wel hinderlijk zijn (voor recreatie), maar niet gevaarlijk.

4.1.2. Waterflora

Voor de KRW zijn angiospermen⁵ en macrofyten de biologisch kwaliteitselementen die onder waterflora vallen. In beschut gelegen, polyhalie⁶ kustwateren (K2, bijv. Zwin) en overgangswateren (O2, bijv. Westerschelde) moet gedacht worden aan schorren, zeegras, wieren op hard substraat en groenwieren op zacht substraat. Euhaliene kustwateren (K1, o.a. buitendelta Westerschelde) bevatten amper geschikte groeimogelijkheden voor hogere planten. Hogere planten komen alleen voor in de vorm van sluffers. Zeegras en wier op zacht substraat komt in

⁵ Bedektzadigen, de belangrijkste groep landplanten.

⁶ polyhalien: met een zoutgehalte dat net beneden dat van zeewater ligt (10-16 g Cl/l); mesohalien: met een zoutgehalte dat tussen zoet- en zeewater ligt (3-10 g Cl/l); oligohalien: met een zoutgehalte dat net boven dat van zoetwater ligt (0,3-3 g Cl/l).

dit watertype niet voor en wieren op hard substraat alleen lokaal op kunstmatige harde substraten (van den Berg 2004b).

In het achtergronddocument waterflora (van den Berg 2004b) wordt voor de overgangs- en kustwateren de situatie zonder enige vorm van bedijking als referentie beschouwd. Voor de uitwerking van de MEP/GEP maatlatten is de aanwezigheid van dijken als een gegeven beschouwd bij de bepaling van de 'referenties'. Het is immers niet realistisch te verwachten dat deze nog zullen worden verwijderd.

4.1.2.1. Deelmaatlat schorren

Schorren zijn begroeide, buitendijks gelegen, zoute of brakke gebieden en zijn kenmerkend voor estuaria. Daarbij zegt zowel de kwantiteit (areaal) als kwaliteit (vegetatiesamenstelling) iets over de kwaliteit van het ecosysteem, en zijn dus bruikbare graadmeters. Het areaal wordt beoordeeld op het actuele percentage van het waterlichaam, de kwaliteit op basis van het aandeel van vegetatiezones (pionier, laag, midden, hoog+strandkweek, brak+riet) en het percentage riet en strandkweek in respectievelijk de vegetatiezones brak+riet en hoog+strandkweek.

Schorren⁷ zijn de met hogere planten begroeide hoogste delen van zoute en brakke getijdenwateren. Er zijn twee deelmaatlatten ontwikkeld: voor totaal areaal en voor de kwaliteit van de vegetatie.

Areaal schorren

Voor de referentie in de Westerschelde (watertype O2) is de situatie rond het jaar 1000 gekozen, toen er na een grote kustdoorbraak rond 200 AD (veroorzaakt door veenwinning) volop kwelders gevormd werden, meer dan 15000 ha. Zonder menselijk ingrijpen zou dit landschap geleidelijk veranderen in een veenlandschap zoals dat rond het jaar 0 bestond. Door inpolderingen is de situatie van rond het jaar 1000 vastgelegd. Het areaal in dat jaar is gekwantificeerd aan de hand van reconstructies van de Nederlandse kustontwikkeling. Maar Dijkema et al (2005, en referenties daarin) noemen een historische referentie die is gebaseerd op de periode voor de bedijkingen een utopie. Het is volgens hen onmogelijk de situering en omvang van de waterlichamen in die periode te vertalen in een areaalvorm in de vorm van bijvoorbeeld een percentage schor voor een watertype. Dijkema et al (2005) hebben op basis van historische gegevens arealen voorgesteld die als potentiële referentie (P-REF) en potentiële Goede Ecologische Toestand (P-GET) gebruikt kunnen worden, dus rekening houdend met de huidige situatie met betrekking tot inpolderingen, bedijkingen en menselijke activiteiten gericht op schorvorming (bijv. positieve invloed van geïntroduceerde Engels slijkgras). P-REF en P-GET zouden als MEP en GEP gebruikt kunnen worden. Er is ook, waar relevant en mogelijk, rekening gehouden met de ecologische eis voor een benodigd minimum areaal (500 ha) in verband met voldoende mogelijkheden voor natuurlijke processen. Concreet betekent dit voor de Westerschelde (type O2) de peiljaren 1938 en 1960 (ongeveer 3600 ha, of ca. 10% van het toenmalig getijdenbekken). Omdat de sedimentbelasting nog steeds hoog is, kan dit percentage ook voor de huidige situatie gebruikt worden. Dat betekent een areaal van 3100 ha (Dijkema *et al.* 2005). Dijkema et al (2005) stellen ook een verdeling over het gebied voor: minimaal 25% moet ten westen van Hansweert liggen. In de voorgestelde maatlatten is deze verdeling niet overgenomen (van der Molen & Pot 2007b).

Een historische referentie voor schorren in sluffers en groene stranden in de kustwateren (watertype K1) is (nog) niet bekend. Verondersteld wordt dat er in het verleden veel locaties zijn geweest. In de huidige situatie is het aantal locaties beperkt (in de Westerscheldemonding enkel het Zwin en de Verdronken Zwarte Polder, totaal ca 57 ha in Nederlands deel van mondingsgebied; Zwin totaal is ca 250 ha) (Dijkema *et al.* 2005).

⁷ In Friesland/Groningen wordt gesproken over kwelders, in Zuid-Holland wordt ook de term gors gebruikt (van der Molen & Pot 2007b)

Kwaliteit schorren

De kwaliteitsreferentie is gebaseerd op een evenwichtige verdeling van de vegetatiezones. Er mag geen sprake zijn van een overheersing van enkele vegetatiezones. Er wordt gewerkt met vegetatiezones en niet met soorten omdat slechts een beperkt aantal plantensoorten een rol spelen, en omdat er lokale verschillen zijn die van invloed zijn op het aantal soorten dat in een schor voorkomt (van den Berg 2004b). In het algemeen kan een schor worden verdeeld in aantal zones, van pionierzone in de laagste delen via laag en middelhoog schor naar hoog schor. Deze zones representeren dus zowel een hoogtezoning binnen een schor als een leeftijdsontwikkeling. Daarnaast wordt nog een brakke zone onderscheiden en aan het eind van de hoge zone twee climaxvegetaties: riet in de brakke gebieden en strandkweek of kweek in de zoute resp. brakke gebieden. Deze climaxvegetaties domineren als een schor in zijn eindfase komt (van den Berg 2004b, Dijkema et al. 2005). Binnen een waterlichaam kan een bepaald schor vooral in de beginfase of juist vooral in de eindfase zijn. Maar als geheel moeten de vegetatiezones pionier/laag/midden/hoog alle op redelijk evenwichtige wijze voorkomen, terwijl de climaxvegetaties juist niet veel mogen voorkomen (Dijkema et al. 2005). Aangenomen wordt dat binnen een waterlichaam in een evenwichtige situatie het aandeel van iedere zone minimaal 5% en maximaal 35% of 40% van het totaal schorareaal is. Verder wordt aangenomen dat in een evenwichtige situatie het aandeel climaxvegetatie maximaal de helft is van de bijbehorende zone, d.w.z. riet maakt maximaal 50% deel uit van de zone brak+riet en strandkweek maximaal 50% van de zone hoog+strandkweek (van den Berg 2004b, Dijkema et al. 2005). De aannames zijn gemaakt op basis van een vergelijking van de vegetatiezones in de karterjaren 1980, 1990 en 2000. Per 'correcte' zone en per 'correcte' climaxvegetatie wordt een punt gescoord. Maximaal zijn dus 7 punten mogelijk, maar voor een referentie zijn 6 punten toereikend (van der Molen & Pot 2007b).

4.1.2.2. Zeegras

In zoute wateren wordt het percentage van het areaal dat met zeegrassen is begroeid, gebruikt als indicator voor de abundantie van de overige waterplanten. Voor de kwaliteit ervan wordt beoordeeld in welke mate beide soorten zeegrassen aanwezig zijn (van der Molen & Pot 2007b).

De grote dynamiek in grote delen van de Westerschelde gecombineerd met de grote troebelheid van het water beperken het potentieel begroeibaar areaal. Daardoor krijgt het zeegras nooit echt voet aan de grond. Zeegras is dan wellicht ook geen goede indicator voor de Westerschelde.

Zoals voor schorren is voor zeegras een indicator voor abundantie en een indicator voor kwaliteit gekozen (van den Berg 2004b, van der Molen & Pot 2007a). Als abundantie maat is het areaal zeegras gekozen (waarbij bedekking > 5%), als maat voor de kwaliteit het areaal met een gekozen bedekking.

Uit een onbedijkte referentiesituatie (Westerschelde, O2) zijn geen kwantitatieve gegevens bekend voor zeegras. Er wordt aangenomen dat zeegrassen in 5-10% van het totale waterlichaam voorkwamen. Ook van de kwaliteit zijn geen referentiewaarden bekend. De referentie is daarom vastgesteld op basis van de huidige situatie: gemiddelde bedekking binnen zeegrasveld is meer dan 60% in geval van klein zeegras en meer dan 30% in geval van groot zeegras (van der Molen & Pot 2007a). Het verschil tussen beide soorten is gemaakt omdat klein zeegras in principe in veel grotere bedekkingen kan voorkomen dan groot zeegras, waarschijnlijk samenhangend met de grootte van de planten (van den Berg 2004b). Beide soorten moeten aanwezig zijn én tenminste een van beide soorten moet de referentiebedekking hebben bereikt (van der Molen & Pot 2007b).

Aangezien de Westerschelde een sterk veranderd waterlichaam is, kan de ongerepte toestand niet als referentiekader voor het areaal zeegras gebruikt worden, wel de maximaal en goed ecologische potentieel (MEP/GEP). Een MEP is te bepalen met behulp van het potentieel areaal in een waterlichaam op basis van relevante milieufactoren, een potentiekaart dus. De potentiekaart geeft aan dat op 47 ha de kans dat zeegras kan voorkomen groter is dan 80%, en op 176 ha de kans tussen 50 en 80% ligt (van den Berg 2004b).

Aangezien de Westerschelde een hoog dynamisch en zeer troebel watersysteem is, kan zeegras eigenlijk enkel voorkomen in een smalle zone in het hoge litoraal in concurrentie met pionier schor, en alleen in beschutte (haven)gebieden. Omdat sublitoraal groot zeegras niet meer voorkomt in Nederland en omdat voor zover bekend de groeimogelijkheden hiervoor ook niet meer aanwezig zijn, is deze vorm niet meer meegenomen (de Jong 2006). Als potentiële referentie (P-REF) en potentieel Goed Ecologisch Toestand (P-GET) stelt de Jong (2006) daarom uiteindelijk beperkte oppervlaktes, respectievelijk 3 en 2 ha, voor.

Als kwaliteitsmaat noemt de Jong (2006) als P-REF naast de reeds genoemde bedekking (30 of 60% afhankelijk van soort zeegras) ook dat beide soorten moeten voorkomen. In P-GET moet maar een soort voorkomen. In de Westerschelde komt overigens enkel klein zeegras voor (www.zeegras.nl).

4.1.2.3. Macroalgen

In het Schelde-estuarium komen wieren vooral voor op hardsubstraat. Omdat hardsubstraat wel deel uitmaakt van het sterk veranderd waterlichaam dat de Westerschelde is, is het te overwegen om aspecten van deze gemeenschap (bijv. diversiteit, soortensamenstelling, aanwezigheid van geselecteerde soorten) voor sterk veranderde waterlichamen wel als indicator mee te nemen. De keuze om wierophoppingen op zachte substraten niet als indicator voor de KRW op te nemen, is niet onlogisch.

Enkel kunstmatige typen hardsubstraat kunnen in de Westerschelde een rijke wierbegroeiing hebben, met name steenglooingen. Vooralsnog is er voor gekozen om – ondanks het feit dat ze inmiddels als pseudo-natuurlijk en een verrijkend onderdeel zijn van de getijdenwateren beschouwd worden – deze categorie niet als maatlat voor de KRW mee te nemen (van den Berg 2004b).

Op de zachte substraten (slikken en platen) komen ook wieren voor, met name groenwieren en in beperkte mate roodwieren. In het verleden zijn op een aantal plaatsen problemen geweest met ophoppingen van groenwieren. Daarom is voorgesteld enkel het areaal wierophoppingen in het litoraal en langs de schorranden als maatlat op te nemen (van den Berg 2004b). Ophoping van wieren komt in de Westerschelde echter niet voor (Wolfstein 2006), en is dus geen bruikbare indicator voor het Schelde-estuarium.

Algensoorten op de dijkbekledingen zijn dan wel niet natuurlijk maar kunnen wel een indicatie geven over de waterkwaliteit, net zoals voor watersystemen met natuurlijke hardsubstraat. Kunstmatige dijkglooingen worden overigens vaak als een pseudo-natuurlijk en verrijkend onderdeel van de getijdenwateren beschouwd (van den Berg 2004b). Het is daarom te overwegen aspecten van deze gemeenschap (bijv. diversiteit, soortensamenstelling, aanwezigheid van geselecteerde soorten) voor sterk veranderde waterlichamen wel als indicator mee te nemen. Daarbij kunnen classificaties opgesteld in landen met natuurlijke harde substraten als uitgangspunt dienen.

4.1.3. Bodemdieren

In ondiepe, goed gemengde kustwateren bestaat op systeemniveau een relatie tussen de primaire productie en de biomassa van in de bodem levende ongewervelden, met name filtreerders (vooral schelpdieren). Afwijkingen van deze ratio wijzen op een uit zijn evenwicht gebracht functioneren van het ecosysteem.

Het areaal ecotopen (leefgebieden) moet ook meegenomen worden als indicator voor ecologische status gezien de duidelijk link met alle biota, waaronder bodemdieren. Wellicht zijn er wel nog enige aanpassing nodig m.b.t. de te volgen klassengrenzen (bijv. slijgrens en diepte), en moeten een aantal extra parameters bepaald worden (bijv. gehalte chlorofyl-a in de bodem, helling van het sediment).

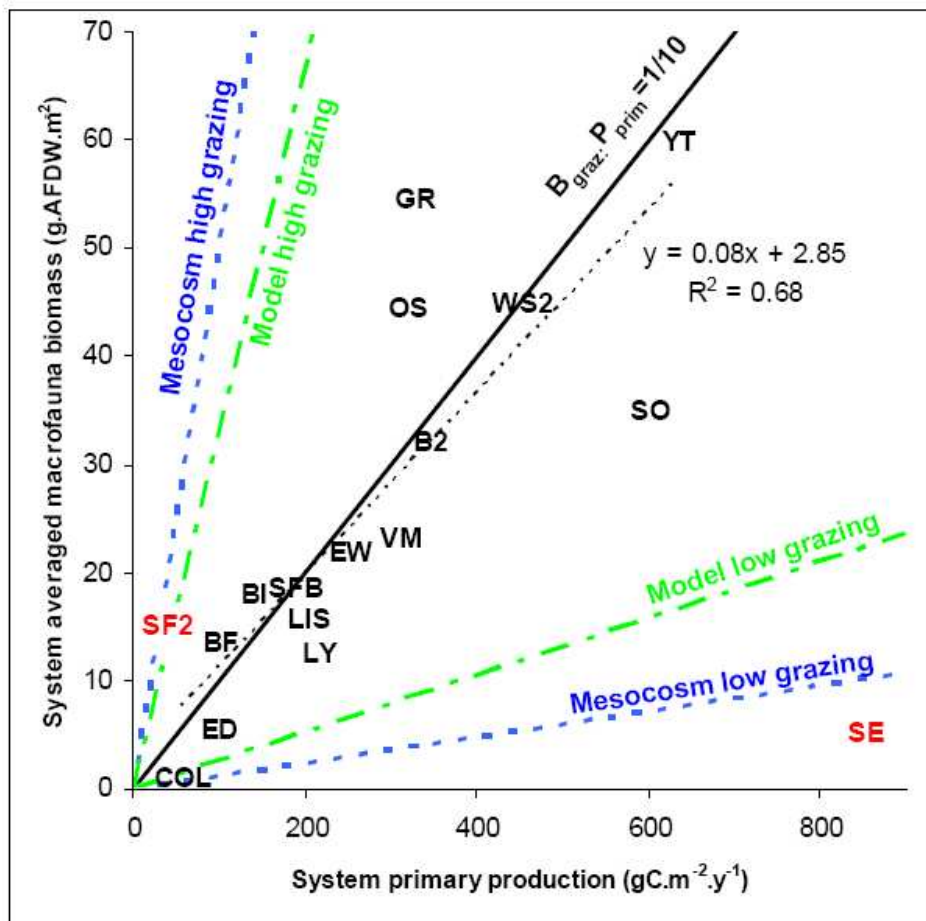
Alhoewel de bestaansmogelijkheden voor mosselbanken sterk afgenomen zijn door inpolderingen, zouden deze nog moeten voorkomen. Mosselbanken dienen daarom wel als graadmeter opgenomen te worden.

Binnen de ecotopen kan tenslotte, als eerste indicator indicator van stress, gekeken worden naar de totale dichtheid, de totale biomassa en de soortensamenstelling (diversiteit).

Voor overgangs- en kustwateren kan, in tegenstelling tot andere wateren, slechts beperkt gewerkt worden met specifieke indicatorsoorten (bijv. % kenmerkende taxa, % negatief dominante soorten). De grote temporele en ruimtelijke dynamiek en de schaal van de watersystemen maakt een andere benadering noodzakelijk. Voortbouwend op werk van Escaravage et al (2004) en Ysebaert & Herman (2004), stellen Van Hoey et al (2007) voor kust- en overgangswateren volgende ecosysteembenadering voor (BEQI: Benthic Ecosystem Quality Index). De methode heeft tot doel ieder waterlichaam in zijn geheel te evalueren – dus geen evaluatie per monsterlocatie, zoals in andere EU-lidstaten gebruikelijk – en houdt rekening met de verschillende ruimtelijke schalen die in deze wateren voor variatie in de benthische fauna zorgen. Op het niveau van het hele ecosysteem wordt nagegaan of de benthische fauna wel de functionele rol vervult als verwacht kan worden. Met name overgangswateren worden gekenmerkt door de aanwezigheid van een mozaïek van habitats, gevolg van de grote fysico-chemische en hydromorfologische gradiënten, wat uiteraard de dynamiek van de populaties, gemeenschappen en het hele ecosysteem beïnvloedt. Een tweede niveau evalueert dan ook de aanwezigheid en de complexiteit aan habitats. Dit niveau is ook van belang voor de evaluatie van ander EU-directieven, zoals de Vogel- en Habitatrichtlijn (Ysebaert & Herman 2004). Tot slot wordt binnen ieder habitat de benthische macrofauna geëvalueerd, met graadmeters gevoelig voor verschillende soorten stress. De benadering is dus multimetrisch (Escaravage et al. 2004, Knobben & Kamsma 2004, Van Hoey et al. 2007).

Biomassa op ecosysteemniveau

Herman et al (1999) beschrijven de relatie tussen de primaire productie (P) en de macrofaunabiomassa (B) op watersysteemniveau. Het beschreven verband is gebaseerd op gegevens afkomstig uit allerlei kust- en overgangswateren, zowel binnen Nederland als daarbuiten (*Figuur 1*). De sterke correlatie tussen beide kenmerken en de uit ander onderzoek bekende samenhang tussen de grootte van de voorjaarsbloei van het fytoplankton en de systeembrede benthische biomassa duidt op een belangrijk functioneel verband. De relatie geeft aan dat in ondiepe, goed gemengde estuaria tussen 5% en 25% van de jaarlijkse primaire productie door bodemdieren geconsumeerd worden (Herman et al. 1999, Escaravage et al. 2004, Knobben & Kamsma 2004). De ratio B:P = 1:10 kan dus redelijkerwijze als standaard ratio genomen worden en stelt een equilibrium toestand voor waarbij de som van pelagische en benthische productie adequaat is afgestemd op de biomassa van alle grazers in het ecosysteem (macrobenthos en zoöplankton). Afwijkingen van deze ratio wijzen op een uit zijn evenwicht gebracht functioneren van het ecosysteem (bijv. San Francisco Bay, SF2 en Seine, SE).



Figuur 1. Relatie tussen systeemgemiddelde macrobenthische biomassa en primaire productie (naar Herman et al 1999) [verschillende watersystemen zijn afgekort weergegeven]

Areaal habitats en ecotopen

Op dit niveau wordt gekeken of alle leefgebieden (habitats, ecotopen) die in een waterlichaam verwacht kunnen worden, ook daadwerkelijk aanwezig zijn. Habitats zijn gedefinieerd vanuit een biologisch oogpunt in relatie tot de fysische omgeving, of 'het type omgeving waarin een organisme leeft' (Wintermans *et al.* 1996).

Voor de Westerschelde (O2) baseren Van Hoey et al (2007) zich bij de afbakening van habitats op de ecotopen zoals onderscheiden in ZES (Zoute Water Ecotopenstelsel), ontwikkeld bij RIKZ (Bouma et al. 2005). Een ecotoop is gedefinieerd als 'een geografische eenheid die binnen bepaalde grenzen homogeen is wat betreft de belangrijkste hydraulische, morfologische en fysisch-chemische omgevingsfactoren' (Wintermans *et al.* 1996). Omdat deze factoren relevant zijn voor de biota, worden de ecotopen (idealiter) gekarakteriseerd door een bepaalde benthische gemeenschap. ZES is een instrument waarmee het potentiële voorkomen van habitats van de bodem van brakke en zoute Rijkswateren in kaart kan worden gebracht, voorspeld kan worden en vergeleken kan worden met een situatie in het verleden (Wetsteyn et al. 2007).

Voor de Westerscheldemonding (K1) gaan Van Hoey et al (2007) bij gebrek aan andere informatie uit van een gemeenschapsanalyse. Daarbij is aangenomen dat een groot deel van de similiariteit tussen locaties veroorzaakt

is door een similariteit in de fysische omgeving. In de Westerscheldemonding zijn volgende gemeenschappen onderscheiden: Q1: gemeenschap van slibhoudend fijn zand, Q2: gemeenschap van zand, en twee verarmde gemeenschappen in de zuidelijke helft van het mondingsgebied.

Bepaalde organismen (ecosystem engineers) creëren, modificeren en onderhouden habitats, waardoor de distributie en abundantie van planten en dieren, en daardoor de biodiversiteit, sterk worden beïnvloed. Op dit niveau kan ook de aanwezigheid en verspreiding van belangrijke organismen meegenomen worden, bijv. schelpkokerwormen, mosselen of oesters.

Voor de Westerscheldemonding zijn door Van Hoey (2007) voor dit niveau geen referenties genoemd. Voor de Westerschelde is bij de uitwerking echter teruggevallen op 5 habitats (schorren, slikken, zandplaten, ondiep sublitorale gebieden en diepere sublitorale gebieden) (Tabel 6) en niet op de ZES-ecotopen. Dit omdat er geen historische gegevens beschikbaar zijn van de arealen op ZES-ecotopen niveau en wel op het algemener niveau van schorren, slikken en zandplaten. In de toekomst zou het idealer zijn om op beide niveaus dezelfde habitats te hanteren. De ZES-ecotopen habitat arealen zijn niet zomaar samen te voegen om te komen tot het areaal van de habitats in de bovengenoemde indeling (Van Hoey, mond. med.). Naar verwachting zullen er in de nabije toekomst wel ecotopenkaarten uit het verleden gemaakt kunnen worden op basis van gereconstrueerde geomorfologische kaarten (zie bijv. Anoniem 2007 voor ontwikkelingen van de platen, slikken en schorren in de Westerschelde in de afgelopen 50 jaar).

Tabel 6. Areaal van de belangrijkste habitats in de Westerschelde (O2, dus excl. buitendelta) rond 1900. Areaal in 1900 is referentiesituatie (van den Bergh *et al.* 2003) (MEP = maximaal ecologisch potentieel).

Habitat type	Area % (ha) in 1900	MEP (%area)
Schor	6.5 (2300)	12
Slik	20 (7350)	15
Zandplaat	11 (4050)	12
Ondiep water	20 (7350)	15
Geul	42.5 (15550)	47

Verder worden door Van Hoey (2007) mosselbanken als mee te nemen structuurvormende organismen genoemd. In het kader van WSV (WaterSysteem Verkenningen) is een gebied van 200 ha litorale, op natuurlijke wijze ontstane, mosselbanken geschat (Baptist & Jagtman 1997) en deze schatting is als referentie gebruikt (van der Molen & Pot 2007b, Ysebaert 2007). Zaaibanken werden in het begin van de 20^{ste} eeuw op meerdere plaatsen gevonden, en mosselbanken werden door de mens aangelegd in o.a. de Braakman en de krekken van Saeftinghe (Kater 2005). Maar met de inpoldering van de Braakman en de Kaloot, en de afname van de omvang van de krekken in het Verdronken Land van Saeftinghe zijn de bestaansmogelijkheden voor een aantal schelpdiersoorten, waaronder de mossel, verslechterd (Kater 2005). Toch kwamen in het verleden (1950-1970) op meerdere locaties litorale banken voor: westwal van de Sloehaven, droogvallende randen van sublitorale mosselbanken in noord-oostelijk deel van de Hooge Platen, op en tussen de koppen van dammen langs zuidrand van de Westerschelde ter hoogte van de Hoofdplaatpolder, aan de zuidzijde van het Vaarwater langs de Paulinapolder (nabij mosselpercelen), ten zuiden van de oostelijke pier van de veerhaven van Perkpolder, op het Schor van Baalhoek in geultjes van veen, en langs de zuidzijde van het vaarwater tussen het Speelmansgat en het Konijnenschor. Deze locaties zouden nu ongeschikt zijn voor mosselen als gevolg van de grote dynamiek (verzanding, hoog wegspoelrisico) (van Stralen 1995, Tydeman 1996). Alle litorale banken samen beslaan maar zo'n 70ha (berekening op basis van gedigitaliseerde tekeningen uit van Stralen 1995), dus heel wat minder dan de 200ha genoemd in Baptist & Jagtman (1997) en Ysebaert (2007). De referentie dient daarom heroverwogen te worden.

Validate ecotopen

De indeling in ecotopen van de zoute wateren (ZES; Bouma et al 2005) is primair gebaseerd op fysische parameters. Fysische omgevingsfactoren bepalen via verschillende processen primair het voorkomen van habitats en daarmee van levensgemeenschappen. Op basis van de meest belangrijke fysische omgevingsfactoren en processen zijn een aantal abiotische indelingskenmerken en bijbehorende variabelen gekozen die de omgevingskenmerken op een kaart kunnen representeren: zoutgehalteverdeling, bodemligging (diepte/hogte), maximale stroomsnelheid bij springtij, en, voor het intergetijdengebied, droogvalduur en geomorfologie. Op basis van de variabelen en de klassengrenzen worden de ecotopen beschreven en samengenomen in een hiërarchisch opgebouwd ecotopenstelsel. Het systeem is gebruikt om ecotopenkaarten van de Westerschelde te produceren voor de jaren 1996, 2001 en 2004. De bodemligging, de geomorfologie en de droogvalduur zijn vervaardigd aan de hand van veldgegevens uit het betreffende jaar, de stroomsnelheid en het zoutgehalte zijn gemodelleerd.

De resultaten zijn voor bodemdieren gevalideerd met gegevens uit twee monitoringsprogramma's: het MWTL-programma aangevuld met een aantal andere datasets (bijv. MOVE-deelgebied) (Baggelaar et al. 2006, Wijnhoven et al. 2006, Van Hoey et al. 2007, Wetsteyn et al. 2007) en het WOT-programma schelpdierssurveys (Meesters 2006)⁸. Nagegaan is of de vervaardigde ecotopenkaarten ruimtelijke verschillen in het bodemdiervoorkomen goed weergeven. Daarbij is gekeken naar volgende kenmerken: totale biomassa, totale dichtheid, het aantal soorten, de soortensamenstelling en de verdeling van de aangetroffen individuen over de soorten (Simpsons diversiteitsindex). De belangrijkste conclusies zijn (Van Hoey et al. 2007, van Wesenbeeck 2007, Wetsteyn et al. 2007):

- voor meerdere ecotopen is het aantal waarnemingen te gering voor een zinvolle analyse. Dat komt omdat bij de MWTL-monitoring geen rekening gehouden wordt met de verdeling van ecotopen binnen de onderscheiden dieptestrata. De monitoring is ook voor een ander doel opgesteld. Zo kon bijvoorbeeld voor zowel fijnzandig als slibrijk laagdynamisch enkel een zinnige validatie gebeuren voor het middenlitoraal, niet voor het laag- en hooglitoraal;
- Het sublitoraal hoogdynamisch verschilt met litoraal hoogdynamisch in praktisch alle kenmerken;
- Het sublitoraal hoogdynamisch verschilt in het brakke met het slibrijk laagdynamisch middenlitoraal, in het zoute zowel met het slibrijke als fijnzandige laagdynamisch middenlitoraal.
- In de zoute zone verschilt ook het litoraal hoogdynamisch ecotoop met de laagdynamische middenlitoraal ecotopen voor praktisch alle kenmerken.
- Tussen de fijnzandige en slibrijke laagdynamische ecotopen in het middenlitoraal konden geen verschillen worden aangetoond (althans slechts voor een enkele karakteristiek en een enkel jaar). De reden ligt in het feit dat de grens tussen zand en slib gebruikt bij de analyse van de luchtfoto's (20%) niet met de biologische grens tussen zand en slib overeenkomt. Er is immers een significante relatie tussen bodemdierenkarakteristieken en het slibgehalte. Normaal gezien is het slibrijk middenlitoraal gekenmerkt door hogere dichtheid, biomassa en diversiteit dan het fijnzandig middenlitoraal.
- Ook de andere vergelijkingen (bijv. hoogdynamisch litoraal met fijnzandig of slibrijk laagdynamisch middenlitoraal) leverde vaker niet dan wel een significant verschil op.

Verder laten deze studies zien dat eerder opgestelde normgetallen voor de ecotopen bijgesteld moeten worden. Zo lijken de normgetallen van het hoogdynamisch litoraal hoger dan eerder ingeschat (Wetsteyn et al. 2007). Ook lijkt een verdere indeling naar diepte van de sublitorale ecotopen niet nodig (Wijnhoven et al. 2007).

⁸ MWTL = Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands, in opdracht van Rijkswaterstaat; MOVE = monitoring verruimingswerken; WOT = wettelijke onderzoekstaken voortvloeiend uit verplichtingen van LNV

Van Wesenbeeck (2007) evalueert de gebruikte en idealiter te gebruiken abiotische parameters die bij een evaluatie van het huidige ecotopenstelsel gebruikt zouden moeten worden.

Voor de meeste omgevingsvariabelen die voor de indeling in ecotopen gebruikt worden, is de nauwkeurigheid bepaald voor gekozen locaties voldoende voor het afbakenen van de ecotopen. Enkel voor de hydrodynamische parameters is dat niet zo (zie volgende paragraaf). Verder is het eigenlijk niet mogelijk om van de sedimenteigenschappen goede ruimtelijk dekkende kaarten te maken (door interpolatie van puntwaarnemingen) (Wijnhoven et al. 2007). De auteurs stellen daarom voor om daarvoor remote-sensing technieken te gebruiken. Dat is op dit ogenblik echter nog niet mogelijk, en vereist meer onderzoek.

Alhoewel zo bedoeld, zijn er tot op heden nog geen vergelijkbare ecotoopkaarten gemaakt die de verspreiding van de ecotopen voor een bepaald jaar of situatie voorspellen. Dat komt omdat de modellen waarmee de bestaande voorspellingen van stroomsnelheden berekend zijn, doorgaans gekalibreerd zijn op de grootschalige watertransporten en stroomsnelheden in de dieper gelegen delen. Hierdoor zijn de berekende stroomsnelheden van deze modellen minder nauwkeurig in de ondiepe en droogvallende delen, die juist van belang zijn in deze studie. Dynamiek (hoogdynamisch versus laagdynamisch) wordt in die studies dan gebaseerd op de door het model berekende stroomsnelheden, terwijl de dynamiek op de droogvallende slikken en platen in de ecotopenindeling is gebaseerd op de geomorfologische eigenschappen, als proxy voor hydrodynamiek (bijv. visuele waarneming van megaribbels) (Van Eck & Holzhauser 2007, Wijnhoven et al. 2007). Hierdoor zijn er aanzienlijke verschillen in de ecotopenindeling, voornamelijk op de droogvallende slikken en platen (Wijsman & Kesteloo 2007). De ruimtelijke variatie op de toppen van de slikken en platen is hierdoor veel beperkter. Het is op dit ogenblik echter niet mogelijk om de geomorfologische kaart naar de toekomst te extrapoleren. Wijnhoven et al (2007) stellen voor om in ieder geval betere stromingsmetingen uit te voeren en de modellen beter te kalibreren.

Wellicht dienen ook andere omgevingsvariabelen meegenomen te worden bij het onderscheiden van ecotopen. Daarbij denken Wijnhoven et al (2007) o.a. aan het chlorofyl-a gehalte van het sediment (met name op platen en slikken te bepalen via remote-sensing), informatie over de hellingshoek van de bodem (af te leiden uit bathymetrische gegevens) en morfologie (multi-beam waarnemingen) .

De indeling moet ook rekening houden met morfologische indicatoren. Toffolon & Crosato (2007) ontwikkelden indicatoren voor de morfologie van estuaria aan de hand van de Westerschelde. Het Schelde-estuarium is in drie morfologische zones te verdelen waarvan er twee in het Nederlandse deel voorkomen. De zones zijn via ratio's tussen geometrische variabelen (breedte, diepte, getijverschil, ...) te karakteriseren. Zij vonden ondermeer dat het aandeel aan intergetijdegebieden samenhangt met de breedte/diepte verhouding (hun definitie voor breedte en diepte is iets afwijkend van de gangbare definitie, maar dat voert hier te ver). Het is niet zo dat geldt: hoe groter de breedte/diepte verhouding hoe meer intergetijdegebied. De Westerschelde heeft vanaf de monding tot aan Baarland een breedte/diepte verhouding van ruim 400. In deze sectie heeft de Westerschelde een meer-geulensysteem met platen en slikken. Het relatieve aandeel intergetijdegebieden bedraagt hier zo'n 25% van het totale oppervlakte. Van Baarland tot aan de Belgische grens neemt de breedte/diepte verhouding af van 400 naar 200. In deze sectie heeft de Westerschelde een twee-geulensysteem. Het relatieve aandeel intergetijdegebieden is hier hoger, zo'n 65%. Vanaf de Belgische grens is de breedte/diepte verhouding klein, zo'n 100 of minder. Hier is de Zeeschelde een één-geulensysteem. Het relatieve aandeel intergetijdegebieden bedraagt zo'n 25%. Toffolon & Crosato (2007) stellen dat enkel grote veranderingen in de morfologie – bijvoorbeeld door verbreding van het estuarium - kunnen mogelijk zorgen voor een verschuiving van morfologische zones. Een verandering in morfologisch type zal voor die sectie leiden tot een verandering in het areaal schor, slik, zandplaat, ondiep water of geul. Dit zal zijn weerslag hebben voor het areaal van ieder type over het gehele estuarium. Alternatief zou zo per gebied het areaal van de ZES-ecotopen gevolgd kunnen worden.

Alhoewel er dus wellicht nog een aantal aanpassingen aan het huidige ecotopenstelsel moeten gebeuren, dienen de arealen ecotopen uiteindelijk als graadmeter voor de verdeling van habitats in het Schelde-estuarium gebruikt te worden.

Biologische kwaliteit van habitats

Op het derde niveau wordt de status van de bodemdiergemeenschappen binnen ieder habitat geëvalueerd op basis van vier parameters: aantal soorten (maat voor biodiversiteit), dichtheid (aantal individuen per oppervlakte-eenheid), biomassa (het gewicht per oppervlakte-eenheid), en het verschil in soortensamenstelling met de referentie (uitgedrukt in similariteit).

Het aantal soorten en de dichtheid is conform de normatieve definities van de KRW. De biomassa is toegevoegd omdat het een relevante legt met de hogere trofische niveaus (vissen en vogels). Het volgen van veranderingen in soortensamenstelling laat uiteraard toe om het verdwijnen of verschijnen van soorten binnen een gemeenschap waar te nemen. Deze indicator is niet helemaal conform de KRW-definities, waar de parameters 'aandeel van verstoringsgevoelige taxa' is voorgesteld omdat de aandacht niet op bepaalde soorten gericht is. De evaluatie is gebaseerd op veranderingen in similariteit (Bray-Curtis).

Omdat deze parameters sterk afhangen van de bemonsteringsinspanning zijn de te verwachten waarden van elke parameter berekend voor verschillende oppervlaktes. De referentiewaarden per habitat zijn berekend aan de hand van de verkregen waarschijnlijkheidsverdeling. Bij een eenzijdige evaluatie, waarbij het maximum overeenkomt met de referentie (bij aantal soorten en similariteit), is de mediane waarde van de verkregen distributie gekozen als grens tussen de status zeer goed en goed, de 5%-percentiel⁹ als de grens tussen de status goed en matig. Bij een tweezijdige vergelijking evaluatie, dus met ondergrens en bovengrens (bij dichtheid en biomassa), zijn de 25% laagste en hoogste waarden geselecteerd als de grens tussen de status zeer goed en goed, de 2.5% laagste en hoogste waarden als de grenzen waaronder of –boven de situatie afwijkt van de referentiesituatie. In de KRW-systematiek bepaalt de grens tussen goed en matig ook de grens voor het al of niet tot actie overgaan met betrekking tot het verbeteren van de ecologische status. Voor alle parameters van het derde niveau is het betrouwbaarheidsinterval dus 5%. De grenzen tussen zeer goed/goed en goed/matig zijn voor sterk veranderde watersystemen gedefinieerd als maximum ecologisch potentieel (MEP) (gedefinieerd als referentie) en goed ecologisch potentieel (GEP).

Voor de Westerschelde kon slechts van 9 ecotopen de referentiesituatie voor dit niveau bepaald worden (Tabel 7). Voor de Westerscheldemonding worden door Van Hoey et al (2007) enkel voor de gemeenschap van slibhoudend fijn zand (type Q1) referentiedistributies gegeven (Tabel 8).

⁹ In de statistiek is een percentiel van een dataset een van de in principe 99 punten die de geordende dataset in 100 delen van gelijke grootte verdelen. Het k^e percentiel is dan een getal dat de $k\%$ kleinere data van de $(100-k)\%$ grotere scheidt. Het 95^e percentiel is bijvoorbeeld een getal zodanig dat 95% van de data kleiner is of eraan gelijk en 5% groter of eraan gelijk. Het 50^e percentiel wordt ook de mediaan genoemd (www.wikipedia.nl).

Tabel 7. Referentiewaardes voor MEP bij gegeven bemonsteringsoppervlak (in m²) voor 9 ecotopen in de Westerschelde voor de graadmeters biomassa (gram per vierkante meter), dichtheid (aantal individuen per vierkante meter), similariteit (verschil in soortensamenstelling met referentie database) en aantal soorten. Voor dichtheid en biomassa geldt een minimale en een maximale waarde.

		biomassa	dichtheid	similariteit	soorten	oppervlak
Brak	Litoraal	1	1385	0.67	17	0.28
		2	4588			
	Midden litoraal, slibrijk	7	16830	0.80	22	0.18
		12	27265			
	Midden litoraal, zandig	1	2763	0.72	19	0.27
		13	22299			
	Sublitoraal	0	399	0.71	23	0.65
		2	754			
Marien	Litoraal	3	2202	0.84	42	1.31
		5	3284			
	Midden litoraal, slibrijk	29	19652	0.85	41	0.59
		41	24728			
	Midden litoraal, zandig	9	7675	0.89	44	1.30
		12	10202			
	Sublitoraal	1	518	0.73	50	3.18
		4	2415			
	Sublitoraal, ondiep	3	1019	0.69	29	0.34
		18	10283			

Tabel 8. Referentiewaardes voor MEP bij gegeven bemonsteringsoppervlak (in m²) voor de gemeenschap van slibhoudend fijn zand voor de Zeeuwse kust voor de graadmeters biomassa, dichtheid, similariteit en aantal soorten (zie ook Tabel 7).

		biomassa	dichtheid	similariteit	soorten	oppervlak
Q1	Zeeuwse kust	4 77	908 28914	0.47	35	0.408

4.1.4. Vissen

De estuariene visfauna kent een sterke seizoensgebondenheid en dynamiek, zowel in soortensamenstelling als in abundantie. De voorgestelde maatlatten (aantal soorten per ecologische groep, abundantie van geselecteerde soorten van deze groepen) zijn daarom relevante indicatoren.

De conceptmaatlat voor de overgangswateren (O2)¹⁰ is onderverdeeld in een twee deelmaatlatten: soortensamenstelling en abundantie (Klinge *et al.* 2004).

Voor de beoordeling van de soortensamenstelling is gebruikt gemaakt van een functionele indeling van soorten in ecologische groepen of gilden, categorieën die worden bepaald door de functie die het gebied voor die specifieke groep vissen vervult: estuariene residenten (ER), diadrome¹¹ soorten (CA), marien juveniele soorten (MJ) en mariene seizoensgasten (MS) (Jager 2004). Zoetwatersoorten spelen bij overgangswateren geen rol bij de beoordeling van de soortensamenstelling (van der Molen & Pot 2007b).

De eerste aanzet tot een indeling in gildes is gegeven door Zijlstra (1978), een idee dat later is uitgewerkt door diverse auteurs (zie Elliott & Hemingway 2002). In een overgangswater zijn de aantallen soorten behorend tot diverse ecologische gildes vaak in vaste verhoudingen aanwezig (Elliott & Dewailly 1995 in Klinge *et al.* 2004). Estuariene residenten (zeenaald, puitaal) verblijven hun gehele leven in de estuaria en zijn daardoor gevoelig voor het verdwijnen van specifieke habitats maar ook voor het accumuleren van toxische stoffen. Diadrome soorten (o.a. fint, zeeforel, rivierprik, zeeprík, steur, elft, houting, zalm, aal) zijn gevoelig voor fysieke barrières, verlies van paaibiotop, slechte waterkwaliteit en visserij. De aanwezigheid van deze soorten zegt iets over de potentie voor diadrome soorten wat betreft het aanbod vanuit zee en de kwaliteit van het overgangswater. Structurele afwezigheid betekent dat er ergens in het stroomgebied knelpunten bestaan. Marien juveniele soorten zijn soorten die het overgangswater gebruiken als kinderkamer (schol, haring, tong, kabeljauw). Seizoensgasten gebruiken het estuarium om er te paaien (ansjovis) of te foerageren (sprot).

Een referentie soortlijst (en dus een referentie voor het aantal soorten per gilde) is gemaakt (Tabel 9) op basis van historische beschrijvingen (periode 1850-1900). Daarbij zijn zoetwatersoorten en mariene dwaalgasten niet meegenomen. De aanwezigheid van deze soorten wordt immers vooral bepaald door factoren buiten de Westerschelde.

Tabel 9. Referentiewaarden per deelmaatlat voor het type O2 (overgangswater) (Klinge *et al.* 2004, van der Molen & Pot 2007b)

Deelmaatlat soortensamenstelling	referentiewaarde
Aantal diadrome soorten	10
Aantal estuarien residente soorten	13
Aantal kinderkamersoorten	10
Aantal soorten seizoensgasten	5

¹⁰ Zoals al eerder aangegeven, is vis geen biologisch kwaliteitskenmerk in kustwateren.

¹¹ C = Catadroom / A = Anadroom

Voor de abundantie is voor specifieke vertegenwoordigers van drie gildes gekozen: spiering en fint (CA), puitaal en bot (ER), juveniele schol en haring (MJ) (van der Molen & Pot 2007b). Er is geen vertegenwoordiger van mariene seizoensgasten (MS) gekozen, onder meer omdat de trefkans van deze soorten in de reguliere monitoring klein is. Wel is een vertegenwoordiger van de zoetwatersoorten gekozen, de pos.

Spiering en fint zijn verder opgedeeld in leeftijdsgroepen, en alle drie de leeftijdsgroepen moeten vertegenwoordigd zijn.

Het formuleren van een goede referentiewaarde en de daarvan afgeleide maatlatten wordt sterk bemoeilijkt door het ontbreken van historische gegevens voor onverstoorde overgangswateren. Het probleem van ontbrekende referentiewaarden voor de abundantie is ondervangen door “historische” (rond 1900) en recent gemeten abundanties uit ankerkuilonderzoek in de Elbe en Weser te gebruiken, en ook voor de Westerschelde te gebruiken. Hierbij is echter een belangrijke kennisleemte in hoeverre de verschillende NW-Europese estuaria op het vlak van visfauna vergelijkbaar zijn en welke factoren dit bepalen. Ook is deze referentie-abundantie methodeafhankelijk: zij dient bepaald te worden met een (omschreven) ankerkuil. Voor de indicatoren juveniele schol en puitaal is het niet mogelijk om een natuurlijke referentie af te leiden in overgangswateren wegens gebrek aan historische ankerkuilgegevens. In overleg met Duitsland is er daarom voor gekozen om als alternatief voor de Eems-Dollard een langjarig gemiddelde (1970-2000) met gegevens uit de Demersal Fish Survey (DFS; boomkorvisserij) uit te rekenen. Het betreft hier feitelijk al een veranderde niet onverstoorde situatie (van der Molen & Pot 2007b). De referentie en klassenindeling voor abundanties van de geselecteerde soorten is weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10. Referentie abundantie, uitgedrukt als vangstaantal in ankerkuil, gestandaardiseerd naar aantal individuen per 80m² per uur; bij puitaal en schol uitgedrukt in aantal per hectare (DFS) (van der Molen & Pot 2007b)

Soort	Leeftijdsklasse	Referentie
Spiering	0+	11285
	Subadult	5900
	Adult	1145
Fint	0+	2500
	Subadult	110
	Adult	81
Puitaal		11.9
Bot		121
Schol	Juveniel	346
Haring	Juveniel	200
Post		675

4.2. Graadmeters Natura 2000

Als graadmeters zijn habitattypen, habitatrictlijnsoorten en vogelrichtlijnsoorten opgenomen. De beoordelingen van de huidige toestand worden in zogenaamde profielen uitgewerkt. Een onderdeel, een beschrijving van de ecologische vereisten van habitats en soorten, moet nog uitgewerkt worden.

De Europese Unie heeft zich ten doel gesteld de achteruitgang van de biodiversiteit te stoppen. Een belangrijk instrument is de uitvoering van de gebiedsgerichte onderdelen van de Vogelrichtlijn en de Habitatrictlijn (LNV 2006a). Alle Europese landen moeten voor de habitattypes en soorten van de bijlagen I en II van de Habitatrictlijn en bijlage I van de Vogelrichtlijn speciale beschermingsgebieden aanwijzen.

Het Natura-2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe (gebied 122) omvat een Habitatrictlijn- en een Vogelrichtlijngebied. De begrenzing van het Habitatrictlijn is ruimer dan deze van het Vogelrichtlijngebied, en omvat ook de vaargeulen en enkele binnendijkse gebieden (inlagen, nieuwe natuur). Naast de Westerschelde omvat het gebied naar het westen ook de open zee met onder meer de Vlake van de Raan en de verzande slufte van de Verdrongen Zwarte Polder (LNV 2007).

Voor de Westerschelde en Saeftinghe is het behouden en ontwikkelen van de natuurkwaliteit vooral gelegen in (LNV 2005):

- de kwaliteit als estuaria-gebied (ruimte en balans laagdynamische / hoogdynamische delen)
- het voortplantingshabitat dat de permanente droge zandplaten en stranden bieden voor kustbroedvogels;
- de diversiteit van schorren en kwelders;
- de binnendijkse brakke gebieden (voor specifieke vogelfuncties en brakke ruigten).

Tabel 11. Natura 2000 database voor de Westerschelde & Saeftinghe (Gebiedendocument Natura 2000 gebied 122) (n = niet-broedvogel; b = broedvogel) (LNV 2007)

geeft een overzicht van de natuurlijke habitattypen waarvoor de Westerschelde is aangewezen als speciale beschermingszone. Voor de buitendelta geldt subtype B van H1110 (Noordzeekustzone). Type H1310 betreft zowel zeekraal (subtype A) als zeevetmuur (subtype B), type 1330 zowel buitendijks (subtype A) als binnendijks (subtype B) en type 2190 enkel subtype B (kalkrijk).

Naast de reeds genoemde soorten kent het gebied meerdere habitatrictlijnsoorten (nauwe korfslak, zeeprik, rivierprik, fint, gewone zeehond, groenknolorchis). De aanwijzing als Vogelrichtlijngebied heeft betrekking op volgende vogelsoorten : fuut, kleine zilverreiger, lepelaar, kleine zwaan, kolgans, grauwe gans, bergeend, smient, kraakeend, wintertaling, wilde eend, pijlstaart, slobbeend, middelste zaagbek, bruine kiekendief, slechtvalk, scholekster, kluut, bontbekplevier, strandplevier, goudplevier, zilverplevier, kanoet, drieteenstrandloper, bonte strandloper, rosse grutto, wulp, zwarte ruiter, tureluur, steenloper, zwartkopmeeuw, kleine mantelmeeuw, grote stern, visdief, dwergstern, blauwborst. De Westerschelde kwalificeert zich als speciale beschermingszone voor deze vogels vanwege het voorkomen van drempeloverschrijdende aantallen vogels of vanwege de belangrijke betekenis als broedgebied (LNV 2007).

Voor alle habitat- en vogelrichtlijnsoorten zijn in het aanwijzingsbesluit instandhoudingsdoelstellingen opgesteld (LNV 2000, 2006a). Voor vogels geven de aantallen een indicatie van het aantal vogels waarvoor de draagkracht van gebied toereikend moet zijn. De beoordelingen van de huidige toestand van ieder habitatype en elke vogel-

en habitatrichtlijnsoort zijn in zogenaamde profielen gerapporteerd (LNV 2006c). In de profielen worden verschillen aspecten uitgewerkt (bijv. status, beschrijving, bijdrage van de gebieden, beoordeling van de landelijke staat). In de toekomst moet ook een beschrijving van de ecologische vereisten van habitats en soorten uitgewerkt worden. Voor de habitattypen zal dit zo kwantitatief mogelijk gedaan worden, voor de soorten en de vogels worden de ecologische eisen meer kwalitatief uitgewerkt (LNV 2006c).

Het beoordelen van de staat van instandhouding van een habitatype in een gebied vindt plaats aan de hand van volgende aspecten: stabiliteit van het natuurlijke verspreidingsgebied en de oppervlakte van het betreffende habitat, het bestaan en het toekomstperspectief van voor het behoud specifieke structuur en functies, en de staat van de voor het betreffende habitat typische soorten (EU-Richtlijn 92/43/EEG, Janssen et al. 2006).

Er zijn twee categorieën typische soorten: exclusieve en karakteristieke soorten, en constant aanwezige soorten. Exclusieve soorten planten zich alleen voort in het habitatype, karakteristieke soorten planten zich vooral voort in het habitatype. Ander gebruik van het habitatype dan voortplanting telt dus niet mee. Constante aanwezige soorten zijn in elk gebied in het betreffende habitatype aanwezig maar niet tot dat habitatype beperkt. Voor alle soorten geldt dat ze een goede indicator voor de gunstige staat van instandhouding van het habitatype moeten zijn, dus iets moeten zeggen over de habitatkwaliteit. Voor constante soorten wordt gelet op de indicatie van een goede abiotische toestand en/of een goede biotische structuur. Het is in principe voldoende om alleen aan- en afwezigheid van deze soorten in een gebied vast te stellen. Voor een gunstige staat van instandhouding dienen niet alle typische soorten aanwezig te zijn, maar een nader te bepalen deel. Randvoorwaarde voor de selectie van een soort is verder dat deze (relatief) goedkoop gemeten moet kunnen worden. In de praktijk betekent dit dat deze soorten geselecteerd worden uit soortgroepen die al min of meer regulier worden gemeten (LNV 2006b). De typische soorten voorgesteld voor de habitattypen H1130, H1310, H1320 en H1330 ('natte natuur') in de speciale beschermingszone Westerschelde & Saeftinghe zijn weergegeven in Tabel 12. De lijst is mede in overleg met deskundigen tot stand gekomen¹². Er is voorgesteld de selectie elke zes jaar tegen het licht te houden.

¹² Het gaat hierbij om een ambtelijke lijst van typische soorten die als onderdeel van de nationale rapportage aan de Europese Commissie is gestuurd als voorstel en t.z.t. opgenomen zal worden in het profielendocument habitattypen

Tabel 11. Natura 2000 database voor de Westerschelde & Saeftinghe (Gebiedendocument Natura 2000 gebied 122) (n = niet-broedvogel; b = broedvogel) (LNV 2007)

prioritaire habitattypen	
Code	Habitatype
H1110	Permanent met zeewater van geringe diepte overstromde zandbanken
H1130	Estuaria
H1310	Eenjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met <i>Salicornia</i> spp. en andere zoutminnende planten
H1320	Schorren met slijkgrasvegetatie (<i>Spartinion maritimae</i>)
H1330	Atlantische schorren (<i>Glauco-Puccinellietalia maritimae</i>)
H2110	Embryonale wandelende duinen
H2120	Wandelende duinen op de strandwal met <i>Ammophila arenaria</i> ("witte duinen")
H2160	Duinen met <i>Hippophaë rhamnoides</i>
H2190	Vochtige duinvalleien
pioritaire soorten	
Soortnr	Soort
H1014	Nauwe korfslak
H1095	Zeeprrik
H1099	Rivierprrik
H1103	Fint
H1365	Gewone zeehond
H1903	Groenknolorchis
Vogelrichtlijnsorten	
Soortnr	Soort
A005	Fuut - n
A026	Kleine zilverreiger - n
A034	Lepelaar - n
A037	Kleine zwaan - n
A041	Kolgans - n
A043	Grauwe gans - n
A048	Bergeend - n
A050	Smient - n
A051	Krakeend - n
A052	Wintertaling - n
A053	Wilde eend - n
A054	Pijlstaart - n
A056	Slobeend - n
A069	Middelste zaagbek - n
A081	Bruine kiekendief - b
A103	Slechtvalk - n
A130	Scholekster - n
A132	Kluut - b,n
A137	Bontbekplevier - b,n
A138	Strandplevier - b,n
A140	Goudplevier - n
A141	Zilverplevier - n
A143	Kanoet - n
A144	Drieteenstrandloper - n
A149	Bonte strandloper - n
A157	Rosse grutto - n
A160	Wulp - n
A161	Zwarte ruiter - n
A162	Tureluur - n
A169	Steenloper - n
A176	Zwartkopmeeuw - b
A183	Kleine mantelmeeuw - b
A191	Grote stern - b
A193	Visdierf - b
A195	Dwergstern - b
A2723	Blauwborst - b

Tabel 12. Typische soorten voor de habitattypen in de Westerschelde (E = exclusief; K = karakteristiek; Ca = constant, indicatie van goede abiotische toestand; Cb = constant, indicatie van goede biotische structuur).

soortgroep	wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	1110_B	1130	1310_A	1310_B	1320	1330_A	1330_B
Kreeftachtigen	Crangon crangon	Garnaal	Cab	Cab					
Vissen	Aphia minuta	Glasgrondel	Ca	Ca					
Vissen	Dasyatis pastinaca	Pijlstaartrog	Cab	Cab					
Vissen	Engraulis encrasicolus	Ansjovis	Cab	Cab					
Vissen	Liparis liparis	Slakdolf	Ca	Ca					
Vissen	Merlangius merlangus	Wijting	Cab	Cab					
Vissen	Myoxocephalus scorpius	Zeedonderpad	Ca	Ca					
Vissen	Pomatoschistus minutus	Dikkopje	Cab	Cab					
Vogels	Tringa totanus ssp. totanus	Tureluur						Cab	Cab
Weekdieren	Macoma balthica	Nonnetje	K + Ca	Ca					
Zoogdieren	Lepus europaeus	Haas						Cb	Cb
Zoogdieren	Phocoena phocoena	Bruinvis	Cb	Cb					
Vaatplanten	Alopecurus bulbosus	Knolvossestaart						K	K
Vaatplanten	Armeria maritima	Engels gras						K	K
Vaatplanten	Artemisia maritima	Zeealsem						K	K
Vaatplanten	Aster tripolium	Zulte						K + Ca	K + Ca
Vaatplanten	Atriplex pedunculata	Gesteelde zoutmelde						K	K
Vaatplanten	Atriplex portulacoides	Gewone zoutmelde						K + Ca	K + Ca
Vaatplanten	Carex extensa	Kwelderzegge						K	K
Vaatplanten	Cochlearia officinalis ssp. anglica	Engels lepelblad						K	K
Vaatplanten	Glaux maritima	Melkkruid						K + Ca	K + Ca
Vaatplanten	Hordeum marinum	Zeegerst						K	K
Vaatplanten	Juncus gerardi	Zilte rus						K + Ca	K + Ca
Vaatplanten	Juncus maritimus	Zeeus						K	K
Vaatplanten	Limonium vulgare	Lamsoor						K	K
Vaatplanten	Parapholis strigosa	Dunstaart						K	K
Vaatplanten	Plantago maritima	Zeeveegbree						K + Ca	K + Ca
Vaatplanten	Puccinellia distans ssp. distans	Stomp kweldergras						K	K
Vaatplanten	Puccinellia maritima	Gewoon kweldergras						K + Ca	K + Ca
Vaatplanten	Schoenoplectus pungens	Stekende bies						K	K
Vaatplanten	Spergularia media	Gerande schijnspurrie						K + Ca	K + Ca
Vaatplanten	Spergularia salina	Zilte schijnspurrie						K	K
Vaatplanten	Triglochin maritima	Schorrenzoutgras						K + Ca	K + Ca
Borstelwormen	Lanice conchilega	Schelpkokerworm	Ca						
Borstelwormen	Magelona papilicornis		Ca						
Borstelwormen	Nephtys cirrosa		Ca						
Borstelwormen	Nephtys hombergii	Zandzager	Ca						
Borstelwormen	Nereis diversicolor	Zeeduizendpoot		Ca					
Borstelwormen	Ophelia borealis		Ca						
Borstelwormen	Sabellaria spinulosa		K						
Borstelwormen	Scololepus squamata	Gemshoornworm	Ca						
Kreeftachtigen	Bathyporeia elegans		Ca						
Kreeftachtigen	Bathyporeia pilosa	Knipsprietkreeft		K + Ca					
Kreeftachtigen	Corophium volutator	Langspriet		K + Ca					
Kreeftachtigen	Haustrorius arenarius			K + Ca					
Kreeftachtigen	Urothoe poseidonis		Ca						
Stekelhuidigen	Echinocardium cordatum	Hartegel	Ca						
Vissen	Agonus cataphractus	Harnasmannetje		Cab					
Vissen	Ammodytes marinus	Noorse zandspiering	Cb						
Vissen	Ammodytes tobianus	Kleine zandspiering	Cb						
Vissen	Arnoglossus laterna	Schurftvis	Cab						
Vissen	Belone belone	Geep	Cab						
Vissen	Buglossidium luteum	Dwertong	Ca						
Vissen	Chelon labrosus	Diklipharder	K + Cab						
Vissen	Ciliata mustela	Vijfdradige meun	K + Cab						
Vissen	Clupea harengus	Haring	Cab						
Vissen	Echiichthys vipera	Kleine pieterman	K + Cab						
Vissen	Entelurus aequoreus	Adderzeenaald	K + Cab						
Vissen	Mustelus asterias	Gevlekte gladde haai	Cab						
Vissen	Pholis gunnulus	Botervis		Cab					
Vissen	Platichthys flesus	Bot		Cab					
Vissen	Pleuronectes platessa	Schol	Ca						
Vissen	Pomatoschistus lozanoi	Lozano's grondel	Cab						
Vissen	Pomatoschistus microps	Brakwatergrondel		Cab					
Vissen	Solea vulgaris	Tong	K + Ca						
Vissen	Syngnathus acus	Grote zeenaald		Cab					
Vissen	Syngnathus rostellatus	Kleine zeenaald		Cab					
Vissen	Trachinus draco	Grote pieterman	K						
Vissen	Zoarces viviparus	Puitaal		Ca					
Vogels	Recurvirostra avosetta	Kluut		Cab					
Vogels	Tadorna tadorna	Bergeend							Cab
Weekdieren	Buccinum undatum	Wuik	Ca						
Weekdieren	Ensis americanus	Amerikaanse zwaardschede	Ca						
Weekdieren	Lunatia alderi	Glanzende tepelhoorn	K						
Weekdieren	Scrobicularia plana	Platte slijkgaper		Ca					
Weekdieren	Spisula subtruncata	Halfgeknotte strandschelp	K + Ca						
Weekdieren	Tellina fabula	Rechtgestreepte platschelp	Ca						
Vaatplanten	Blackstonia perfoliata ssp. serotina	Herfstbitterling						K	
Vaatplanten	Bupleurum tenuissimum	Fijn goudscherm						K	
Vaatplanten	Catapodium marinum	Laksteeltje						K	
Vaatplanten	Centaurium littorale	Strandduizendguldenkruid						K + Ca	
Vaatplanten	Centaurium pulchellum	Fraai duizendguldenkruid						K + Ca	
Vaatplanten	Cochlearia danica	Deens lepelblad						Ca	
Vaatplanten	Plantago coronopus	Hertshoornweegbree						K + Ca	
Vaatplanten	Sagina maritima	Zeevetmuur						K + Ca	
Vaatplanten	Sagina nodosa	Sierlijke vetmuur						K + Ca	
Vaatplanten	Salicornia europaea	Kortarige zeekraal						K + Ca	
Vaatplanten	Salicornia procumbens	Langarige zeekraal						K + Ca	
Vaatplanten	Spartina maritima	Klein slijkgras						K	
Vaatplanten	Suaeda maritima	Klein schorrenkruid						Ca	
Vaatplanten	Zostera marina	Groot zee gras		Ca					
Vaatplanten	Zostera noltei	Klein zee gras		Ca					

De Westerschelde is in het kader van de Habitatrichtlijn voor drie vissen aangemeld, alle trekvissen. Deze drie soorten komen alle voor in bijlage II (soorten waarvoor Speciale Beschermingszones moeten worden aangewezen). Twee van de drie soorten (fint, rivierprik) zijn ook opgenomen in bijlage IV (soorten waarvoor eisen gesteld kunnen worden aan de exploitatie). Enkel de rivierprik komt in de Flora- en Faunawet voor en is op grond daarvan niet bevisbaar (Klein Breteler et al. 2007). Anadrome vissen (fint, rivierprik, zeeprik) stellen hoge eisen aan de kwaliteit aan water- en structuurkwaliteit en migratiemogelijkheden, en zijn daarom goede graadmeters. De gewone zeehond is het meeste van de andere robben gesteld op ondiep water aan zandige kusten en zeegaten waar ze in kleine tot middelgrote groepen leven. Gewone zeehonden leven van allerlei soorten vis. Tot in de jaren '70 werd nog jacht op deze dieren gemaakt. Na stopzetting van de jacht nam het aantal aanvankelijk toe. Door vervuiling en virusinfecties is het aantal sterk gedaald. Als zodanig is de gewone zeehond terecht een habitatsoort. Aan de andere kant is ook in het kader van de graadmeterontwikkeling Noordzee (GONZ) de vraag gesteld of de gewone zeehond wel als indicator meegenomen moest worden gezien er feitelijk maar één groep gewone zeehonden is, en wel in de Waddenzee (Anoniem 1999). Toch kwamen in het verleden waarschijnlijk grote aantallen in het Deltagebied voor, deels in de Westerschelde: zo'n 1000 individuen rond 1900 (Meininger et al. 2003). De gewone zeehond hoort dus wel degelijk in het Schelde-estuarium thuis, en is dus een graadmeter. De nauwe korfslak leeft bijvoorbeeld in en onder bodemstrooisel en tussen begroeiing in vochtige, kalkrijke duingebieden van Zuid- en Midden-Nederland, waaronder het duingebied tussen Cadzand en de Verdrongen Zwarte Polder (Baptist et al. 2007). De soort is dus niet een habitatsoort voor natte natuur onder invloed van getij.

4.3. Graadmeters Milieu- en Natuurplanbureau

Het Milieu- en Natuurplanbureau levert evaluaties en verkenningen over de leefkwaliteit van ons land in relatie met de milieuproblematiek op Europese en op mondiale schaal. In dat kader zijn ondermeer voor het Deltagebied en de Kustzone een aantal graadmeters genoemd die het MNP wenselijk acht te volgen voor het in kaart brengen van de natuurwaarde, in aanvulling op andere kaders (o.a. KRW, Natura 2000).

De meeste van de aanvullende graadmeters die genoemd worden als onderdeel van de graadmeter Natuurwaarde zijn niet toepasselijk op het Schelde-estuarium. Wel zinvol is het om het zoöplankton als indicator op te nemen. Daar duiden recente veranderingen in het zoöplankton van het zoete en brakke deel van het Schelde-estuarium immers op.

De Soortgroep Trend Index (STI) en de Rode Lijst Indicator (RLI) lijken op dit moment geschikt als landelijke graadmeters, maar (nog) niet als graadmeter van een specifiek watersysteem.

Het doel van het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) is de natuur zowel kwantitatief als kwalitatief te beschrijven aan de hand van graadmeters. Het MNP levert graadmeters die primair vanuit het ecologisch perspectief een beeld geven van de betekenis van natuur en landschap, maar deels ook vanuit het sociaal-culturele en economische perspectief, bijvoorbeeld landschapbeleving en recreatie (Wiertz 2006, Meesters et al. concept). In 1999 is een raamwerk voor graadmeters opgesteld, dat in de loop der jaren verder ingevuld en aangepast is. Wiertz (2006) geeft een overzicht van de stand van zaken en de noodzakelijk geachte verdere ontwikkeling. Elke kerngraadmeter is een aggregatie van verschillende graadmeters. Een indicator is monothematisch en is doorgaans weer samengesteld uit één of meer variabelen. De kerngraadmeters - Wiertz (2006) onderscheidt er 11 (biodiversiteit, landschap identiteit, landschap beleving, milieu, ruimtelijke samenhang, beheer, draagvlak, totale kosten, lastenverdeling overheid/particulieren, realisatie nieuwe EHS, planologische bescherming EHS in bestemmingsplannen) – dienen als eindgraadmeters gezien te worden, en worden daarom in het algemeen niet geaggregeerd, omdat de onderlinge weging een sterk beleidsmatige zaak is.

Van belang in het kader van de beoordeling van de ecologische toestand van de Westerschelde is het graadmeterstelsel voor de biodiversiteit. Biodiversiteit is daarbij te beschouwen als de resultante van verschillende condities zoals habitatkwaliteit, areaal, ruimtelijke samenhang en beheer.

De kerngraadmeter biodiversiteit bestaat uit drie samengestelde graadmeters:

- 1) De Natuurwaarde (NW) beoogt generiek de kwaliteit en omvang van de biodiversiteit weer te geven;
- 2) De Soortgroep Trend Index (STI) geeft informatie over bepaalde soortgroepen of functionele groepen uit dat systeem;
- 3) De Rode Lijst Indicator (RLI) geeft een beeld van de soorten die dreigen uit te sterven.

De eerste graadmeters werd voor het zoute water reeds in detail uitgewerkt (Meesters et al. concept). Er werd daarbij zoveel mogelijk geprobeerd aan te sluiten bij bestaande nationale en internationale kaders en actuele beleidsonderwerpen en gebruik te maken van lopende meetnetten en bestaande kennis.

4.3.1. Natuurwaarde

De Natuurwaarde (Natural Capital Index) geeft een beeld van het “ecologisch kapitaal” in een gebied. De Natuurwaarde geeft informatie op ecosysteemniveau, en kan worden bepaald voor het gehele land, voor fysisch-geografische regio's en voor afzonderlijke natuurtypen. De huidige toestand van het systeem wordt vergeleken met een referentietoestand in het verleden, toen de druk van de mens onbestaand of erg klein was. Er wordt een streef- of doelwaarde geformuleerd waarbij een afweging gemaakt tussen natuur- en gebruikswaarden van het gebied. Deze streefwaarde ligt meestal onder de doelwaarde.

De natuurwaarde geeft een beeld van de gemiddelde abundantie van karakteristieke soorten van een ecosysteem ten opzicht van de referentie. Hierbij wordt rekening gehouden met de kwantiteit (het resterende areaal) en de kwaliteit (gemiddelde afstand van de geselecteerde soorten tot de referentie; % van de referentiewaarde). De Natuurwaarde laat toe de toestand van de natuur in een aantal getallen weer te geven (ten Brink 2000, ten Brink et al. 2000, Meesters et al. concept).

Om tot een Natuurwaarde te komen, moet voor het systeem een aantal representatieve graadmeters worden geïdentificeerd. Meesters et al. (concept) hebben een kernset van graadmeters opgesteld voor de Waddenzee, de Noordzee en de Delta. Deze zijn gebaseerd op soorten die vermeld staan in nationale en internationale wetten of richtlijnen, namelijk de Vogel- en Habitatrichtlijn, het Gemeenschappelijk Visserij Beleid of de Kaderrichtlijn Water en die opgenomen zijn in een bestaand meetnet. Er werd ook op gelet dat alle ecologische groepen vertegenwoordigd zijn die van belang zijn in het ecosysteem. Deze lijst werd aangevuld met een aantal graadmeters die door MNP als noodzakelijk werden geacht om een representatieve doorsnede van de biodiversiteit van het ecosysteem te krijgen (Tabel 13).

Tabel 13. Aanvullende lijst graadmeters door het MNP als noodzakelijk gezien naast de graadmeters in andere kaders (VHR, KRW, ...) opgesteld (gebied: D = Delta, K = kustzone) (naar Meesters et al. concept)

Groep	Indicator	Gebied
Fytoplankton	Biomassa/Bloeitijd <i>Dinophysis</i>	D, K
Zoöplankton	Soortendiversiteit mesozoöplankton	D
Macrofauna	Dichtheid purperslak	D
	Imposex purperslak	K
	Zeekreeft	D
	Nonnetje	D
Vissen	Stekelrog	D
	Steur	D
Wieren	Groefwier	D
	Suikerwier	D

Het toevoegen van het schelpdier *Macoma balthica* (nonnetje) lijkt zinvol omdat de trends vergeleken kunnen worden met trends in andere zoute wateren (Oosterschelde, Kustzone, Waddenzee). Het nonnetje is ook als typische soort voor estuaria opgevoerd (hoofdstuk 4) en dus in feite voor de Westerschelde niet langer aanvullend. Overigens is het aan te bevelen om voor meerdere soorten een vergelijking met andere estuaria te kunnen maken, en dus trends te vergelijken.

De twee genoemde wieren, suikerwier (*Laminaria saccharina*) en groefwier (*Pelvetia canaliculata*), komen wel in de Oosterschelde maar niet in de Westerschelde voor en zijn er ook niet in grote arealen te verwachten. Plaatselijk is er rond de hoogwaterlijn bij een dijkbeekleding met spleten en holten, waar een laagje slib is afgezet,

wel hervestiging van groefwier mogelijk (van Berchum et al. 1995). De vestiging van suikerwier is door de heersende omstandigheden met betrekking tot troebelheid, golfwerking en zoutgehalte, niet te verwachten (Meijer 1984, Bijkerk & Meijer 1988).

Een bloei van de schelpdiertoxine vormende plaagalg *Dinophysis* is er nooit geweest en niet te verwachten.

Grote aantallen zee kreeften (*Homarus gammarus*) zijn gezien het zoutgehalte en het ontbreken van grote arealen geschikt substraat in het Schelde-estuarium niet te verwachten.

De purperslak (*Nucella lapillus*) heeft in het Schelde-estuarium waarschijnlijk nooit ten oosten van Ritthem voorgekomen. De in het verleden voorgekomen populaties in de monding zijn verdwenen. De dalende lijn lijkt zich in te zetten vanaf de zestiger jaren. Er zijn vermoedelijk meerdere oorzaken voor deze afname: vervuiling van de Westerschelde, grootscheepse dijkverzwaringen, ingieten van bestorting met asfalt/teer en ook de TBT problematiek kan hier een rol hebben gespeeld, met name bij de havenlocaties. Omdat in Nederland geen natuurlijk gevormd hard substraat aanwezig is, beperkt de verspreiding van de purperslak zich tot door de mens aangelegde harde ondergronden, zoals dijken, golfbrekers en (stort)stenen. Ze komen vooral iets boven de laagwaterlijn voor (Gmelig Meyling et al. 2006). Purperslakken kunnen dus een rol spelen als indicator voor chemische vervuiling.

Het mariene zoöplankton in de Westerschelde wordt vooral uit de zee aangevoerd en sterft er af. Het mariene deel van de Westerschelde wordt daarom gedomineerd door de microbiële voedselketen. De klassieke voedselketen, waarin mesozöplankton op fytoplankton graast, is (of was) er niet belangrijk (Soetaert & Herman 1994). De afgelopen jaren (vanaf 1999) is de primaire productie van het fytoplankton (waarschijnlijk) gedaald ten opzicht van de voorgaande jaren (1990-1996). De oorzaak zou een afname van het doorzicht kunnen zijn (van Eck & Holtzhauer 2007, Wetsteyn et al. 2007), met name in het mondingsgebied. In het brakke deel is zoöplankton altijd al belangrijk. Recent is een toename van het zoöplankton vastgesteld in het zoetwater deel van het Schelde-estuarium, vooral als gevolg van verbeterde abiotische omstandigheden (Tackx et al. 2005). Uit dit onderzoek bleek verder dat bepaalde soorten (*Eurytemora affinis*) nu vooral in het zoetwater voorkomen, terwijl de populatie vroeger vooral in brakwater voorkwam. In het brakke deel kennen andere soorten sinds halverwege de jaren negentig continu hogere dichtheden dan vroeger. Dat kan op zijn beurt consequenties hebben voor het fytoplankton maar ook direct voor hogere niveaus, bijvoorbeeld op de verspreiding van vissen. Het lijkt daarom ten minste nuttig om het zoöplankton ook als indicator mee te nemen, zowel wat betreft soortendiversiteit als qua dichtheden.

De steur was, net als de zee prik, fint, houting en zalm, een eeuw geleden nog algemeen. Een natuurlijk herstel van deze verdwenen populaties is echter twijfelachtig omdat ze langs de Westeuropese kusten bijna overal zijn uitgestorven (www.iczm.nl).

De stekelrog is een standvis die geen grote migraties vertoont. Wel trekken de vissen in de late winter naar de estuaria en ondiepe kustgebieden om te paaien. In het najaar trekken zowel adulten als juvenielen weer naar de open zee (Bergman 1989, Siepel et al. 1993). De stekelrog is dus een van die mariene soorten die het estuarium in een bepaald seizoen kunnen bezoeken om te paaien of te foerageren, maar niet de meest typische. Soorten als ansjovis, diklipharder, sprot, geep, snotolf en vijfdradige meun zijn typischer. Het is overigens wel zo dat de stekelrog als juveniel gezien wordt in de Nederlandse kustzone, o.a. in de Voordelta. Aanleg van een zeereservaat in de Voordelta zou gunstig kunnen zijn voor deze soort, die daarna mogelijk ook weer gezien zou kunnen worden in Ooster- en Westerschelde.

De meeste van de genoemde aanvullende graadmeters zijn dus als ecologische graadmeters niet toepasselijk op de Westerschelde. Wel zinvol is het om het zoöplankton op te nemen. Purperslakken kunnen wel een rol spelen als indicator voor de chemische toestand.

4.3.2. Soortgroep Trend Index (STI)

In tegenstelling tot de Natuurwaarde beschrijft de STI de toestand (van deelsets) van soortgroepen (bijv. alle broedvogels van Nederland, alle soorten van de EU Vogel- en Habitatrichtlijn) (ten Brink et al. 2000).

Voor elke soort binnen een soortgroep wordt de gemiddelde abundantie berekend en afgewogen ten opzichte van hun abundantie in een referentiejaar- of periode. De soortindexen worden vervolgens gemiddeld. De STI varieert van 0 tot oneindig. De uitgangspositie is dat hoe meer individuen van een soort aanwezig zijn, hoe beter. De graadmeter is goed bruikbaar voor signalering en verkenning. De incorporatie van exoten kan een probleem vormen. Hetzelfde geldt mogelijk voor nieuwe soorten door uitbreiding van areaal (ten Brink et al. 2000).

De STI is dus niet primair bedoeld als graadmeter op ecosysteemniveau, en lijkt daarom niet direct toepasbaar voor de Westerschelde. Enkel als voor alle soortgroepen een identiek vergelijkingsjaar wordt gehanteerd, is dit in principe wel mogelijk. Onderzocht zou moeten worden voor welke soortgroepen dit wel en niet mogelijk is (zie ook discussie in Jagers op Akkerhuis et al. 2004).

4.3.3. Rode Lijst Indicator (RLI)

De RLI geeft een indicatie van de soorten die dreigen uit te sterven en moet gezien worden als complementair aan de Natuurwaarde en de STI. Elke soort binnen een soortgroep krijgt een score van 1 tot 5 toegekend, gaande van gevoelig tot uitgestorven, die worden gesommeerd en zo wordt een totaalscore voor de hele groep verkregen. Vervolgens worden op basis van deze waarden scores toegekend aan de soortgroepen, met 5 voor de hoogste bedreiging en 0 voor de minste bedreiging. Deze zeldzaamheidsscore kan worden geïndiceerd ten opzicht van een vaste referentieperiode. Omdat deze index alleen gevoelig is voor veranderingen van de zeldzame soorten is deze Rode Lijst Indicator genoemd.

De Rode Lijst geeft de kwetsbaarheid van soorten goed weer, maar geniet geen wettelijke status. De actualisatie van de Rode Lijst brengt vaak problemen met zich mee, gezien voor vele zeldzame soorten geen aangepast meetnet bestaat (ten Brink et al. 2000).

Hij is ontwikkeld voor de toestand van soortgroepen op landelijk niveau. Hij is niet geschikt als graadmeter voor de evaluatie en verkenning op ecosysteemniveau (ten Brink et al. 2000). Dus gelden hier dezelfde beperkingen als voor de STI, en is de RLI op dit moment in ieder geval geen bruikbare indicator voor het Schelde-estuarium.

4.4. Graadmeters EHS

Het systeem van natuurdoeltypen heeft als doel invulling te geven aan de ecologische kwaliteitscriteria die in het natuurbeleid centraal staan: biodiversiteit en natuurlijkheid. Ten aanzien van biodiversiteit zijn voor ieder natuurdoeltype voor een aantal karakteristieke gemeenschappen doelsoorten geselecteerd en is een beleidsdoelstelling geformuleerd in de vorm van een percentage van het aantal soorten dat aanwezig moet zijn. De selectie van doelsoorten is niet gebaseerd op kenmerkendheid of indicatiewaarde voor een bepaald natuurdoeltype maar uitsluitend gebaseerd op soortgerichte criteria (itz-criteria). In de natuurdoeltypen is dus de mate van voorkomen van doelsoorten de belangrijkste graadmeter voor de natuurkwaliteit.

Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) heeft in 1990 de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) geïntroduceerd. De EHS bestaat uit een netwerk van natuurgebieden. Het doel van de EHS is de instandhouding en ontwikkeling van deze natuurgebieden, om daarmee een grote aantal soorten en ecosystemen te laten voortbestaan. Over de te realiseren natuurkwaliteit binnen de EHS worden afspraken gemaakt tussen LNV en (o.a.) provincies en terreinbeherende organisaties. Deze afspraken zijn gebaseerd op het natuurdoeltypenstelsel (Bal et al. 2001), waaruit de volgende paragrafen rechtstreeks zijn overgenomen.

Een natuurdoeltype is een in het natuurbeleid nagestreefd type ecosysteem dat een bepaalde mate van natuurlijkheid als kwaliteitskenmerken heeft. Met behulp van natuurdoeltypen kunnen toetsbare doelstellingen voor gebieden geformuleerd worden. In totaal zijn 92 natuurdoeltypen gedefinieerd.

Het stelsel van natuurdoeltypen geeft invulling aan de ecologische kwaliteitscriteria die in het natuurbeleid centraal staan: biodiversiteit en natuurlijkheid. Het natuurbeleid streeft naar het behoud van biodiversiteit op een zo natuurlijk mogelijke wijze.

Ten aanzien van de biodiversiteit staat het behoud van het totale scala aan inheemse plant- en diersoorten centraal. Het beleid richt zich in het bijzonder op 1042 doelsoorten die op grond van hun internationale belang en de mate van bedreiging in Nederland zijn geselecteerd (itz-criteria). Omdat het ondoenlijk is om voor al die soorten afzonderlijke maatregelen te treffen, kiest het natuurbeleid voor een ecosysteemgerichte benadering: realiseren van gunstige omstandigheden voor levensgemeenschappen van (doel)soorten. Ieder natuurdoeltype wordt daarom beschreven aan de hand van de karakteristieke levensgemeenschappen planten, macrofauna, vissen en broedvogels. Per natuurdoeltype worden ook alle doelsoorten genoemd die daarvan voor hun voortbestaan afhankelijk zijn. Daarbij zijn niet voor elke gemeenschap die voor ieder natuurdoeltype beschreven wordt, doelsoorten geselecteerd. De beleidsdoelstelling is geformuleerd in de vorm van een percentage van het aantal soorten dat aanwezig moet zijn.

De Westerschelde behoort tot het natuurdoeltype 'Begeleid natuurlijk estuarium'. De buitendelta van het Schelde-estuarium behoort tot het natuurdoeltype "Open zee". In het mondingsgebied komen buitendijks ook nog een aantal andere natuurdoeltypen voor die in dit rapport niet behandeld worden: "Strand en stuivend duin", "natte duinvallei", en "zoom, mantel en droog struweel van de duinen".

4.4.1. Begeleid-natuurlijk estuarium

Er worden binnen dit natuurdoeltype drie subtypes onderscheiden: kwelders en schorren, intergetijdengebied en open water.

De verschillen tussen de levensgemeenschappen worden (zoals ten dele al blijkt uit de indeling in subtypen) met name veroorzaakt door het effect van de morfologische en hydrodynamische sleutelprocessen: waterstroming, troebelheid/doorzicht, waterdiepte en hoogte van de landdelen.

Gemeenschappen

De buitendijkse plantengemeenschappen zijn deze horend bij brak getijdenwater (bg), en schorren, sluffer en groen strand (ss). Beeldbepalende gemeenschappen zijn de associates van klein zee gras (bg), Engels slijkgras (ss), langarige zee kraal (ss), kortarige zee kraal (ss), schorrekruid (ss), gewoon kweldergras (ss), lamsoor en zee weegbree (ss), zoudmelde (ss), zilte rus (ss), Engels gras en rood zwenkgras (ss), kwelderzegge (ss), strandkweek (ss), de rompgemeenschap met heen van de zee aster-klasse (ss), de rompgemeenschap met zee aster van het verbond van gewoon kweldergras (ss), en de rompgemeenschap met schedefonteinkruid en gesteelde *Zannichellia* van de orde van de gesteelde *Zannichellia* (bsw). De associatie van Engels slijkgras behoort tot habitatype 1320, de associatie van schorrekruid tot habitatype 1310, klein zee gras tot habitatype 1140, en de overige associaties tot habitatype 1330.

Kenmerkende soorten van de macrofaunagemeenschap voor het licht tot matig brakke deel zijn de kreeftachtige *Bathyporeia pilosa* en de naaktslakken *Alderia modesta* en *Limapontia depressa*. De meest talrijk aanwezige soorten in de zoute milieus zijn de kokkel, het nonnetje, de platte slijkgaper, de strandgaper, de zeeduizendpoot en het slijkgarnaaltje.

Tot de vissen die hun gehele levenscyclus in een estuarium kunnen volbrengen, behoren bot, botervis, brakwatergrondel, dikkopje, glasgrondel, grote koornaarvis, grote wormzeenaald, kleine zeenaald, puitaal, slakdonderdpad, trompeterzeenaald (verdwenen), zeestekelbaars, zwarte grondel, zeepaardje (verdwenen). Soorten die het estuarium gebruiken om als juveniel in op te groeien, zijn griet, haring, kabeljauw, pollak, rode poon, roodbaars, schar, schol, steenbolk, tarbot, tong, wijting, zeebaars, zeebrasem en zee karper. Soorten die het estuarium gebruiken als doortrekgebied (en ten dele als opgroeigebied), zijn driedoornige stekelbaars, dunlipharder, elft (verdwenen), fint, grote marene, paling, rivierprik, spiering, steur (verdwenen), zalm, zee forel en zee prik.

Tot slot horen bij dit natuurdoeltype volgende broedvogelgemeenschappen: slobbeend-groep, kuifeend-groep, strandplevier-groep, scholekster-groep, fazant-groep, zomertaling-groep, grutto-groep, veldleeuwerik-groep, rietgors-groep.

Doelsoorten

Dit natuurdoeltype is van groot belang voor een aantal vogels (bergeend, bonte strandloper, grauwe gans, IJslandse tureluur, kleine zilverreiger, kluut, pijlstaart, scholekster, strandplevier, tureluur, wulp, zilverplevier), vissen (diklipharder, fint, glasgrondel, grote koornaarvis, pijlstaartrog, rivierprik, slakdolf, steur, zalm, zeepaardje, zee prik), vaatplanten (brede zannichellia, dunstaart, Engels gras, fijn goudschem, knolvossenstaart, lamsoor, moeraspaardenbloem, rode ogentroost, ruig zoutkruid, selderij, zee gerst, zee vetmuur, zee weegbree, zilt torkruid). Het type is verder van belang voor aan aantal zoogdieren (gewone zee hond), vogels (Arctische bonte strandloper, blauwe kiekendief, boerenwaluw, brandgans, bruine kiekendief, buizerd, dwergstern, eider, Engelse kleine mantelmeeuw, goudplevier, grauwe franjepoot, grauwe kiekendief, Groenlandse kanoet,

huiszwaluw, kleine mantelmeeuw, kolgans, lepelaar, morinelplevier, Noordse stern, rosse grutto, rotgans, slechtvalk, smelleken, stormmeeuw, toendrarietgans, topper, torenvalk, veldleeuwerik, visdief, watersnip, zwartkopmeeuw), vissen (adderzeenaald, ansjovis, botervis, geep, glasgrondel, groene zeedonderpad, grote pieterman, kleine pieterman, puitaal, schol, spiering, stekelrog, tong, trompetterzeenaald, vijfdradige meun, vorskwab, zeestekelbaars, zwarte grondel) en vaatplanten (echt lepelblad, echte heemst, eenbloemige zeekraal, Engels lepelblad, gelobde melde, groot zeegras, kattendoorn, klein slijkgras, sierlijke vetmuur, snavelruppia, spiraalruppia, veldgerst, zeealsem).

Bij een goede mate van doelbereiking moet 25% van alle genoemde soorten (25 soorten) aanwezig zijn.

4.4.2. Open Zee

De buitendelta van het Schelde-estuarium behoort tot het natuurdoeltype Open zee (1.6), en wel tot het subtype a (kustzone van de open zee). Het overeenkomstige Natura2000 habitatype is 1110 (permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken).

Gemeenschappen

De plantengroei bestaat uit fytoplankton en in mindere mate uit wieren. Er zijn dan ook geen kenmerkende plantengemeenschappen gedefinieerd.

Macrofaunagemeenschappen. Kenmerkende soorten van de macrofaunagemeenschappen genoemd voor subtype a: glanzende tepelhoorn (*Lunatia alderi*), ovale strandschelp (*Spisula elliptica*), *Anaitides groenlandica*, *Megaluropus agilis*, *Pseudocuma longicornis*. Talrijke soorten die ook in getijdengebied te vinden zijn, zijn nonnetje (*Macoma balthica*), de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), en de hartegel (*Echinocardium cordatum*).

In de kustzone komen zowel kustgebonden soorten voor (zoals diklipharder, kleine slakdolf, puitaal, pijlstaartrog en vorskwab) als soorten van de rest van (het ondiepe deel) van de Noordzee. De kustzone is belangrijk als kinderkamer voor platvis als schol en tong. Tot de bodemgebonden visfauna behoren onder andere de glasgrondel, de grote pieterman en roggen.

Doelsoorten

Dit natuurdoeltype is van groot belang voor een aantal zoogdieren (bruinvis, grijze zeehond, tuimelaar, witsnuitdolfijn), vogels (eider, engelse kleine mantelmeeuw, grote stern, kleine mantelmeeuw, Noordse stern, parelduiker, roodkeelduiker, vaal stormvogeltje), vissen (adderzeenaald, ansjovis, diklipharder, driedradige meun, dwergbot, dwergtong, fint, geep, gevlekte gladde haai, gevlekte griet, gevlekte rog, glasgrondel, grote pieterman, kleine pieterman, kleine slakdolf, pijlstaartrog, puitaal, rivierprik, ruwe haai, schol, schurftvis, slakdolf, stekelrog, steur, tong, vijfdradige meun, vorskwab, zalm, zeeprik). Het type is verder van belang voor een aantal zoogdieren (gewone zeehond), vogels (aalscholver, dwergmeeuw, dwergstern, geoorde fuut, kuifduiker, reuzenster, stormmeeuw, visdief) en vissen (botervis, groene zeedonderpad, grote koornaarvis, spiering, zeestekelbaars).

Bij een goede mate van doelbereiking moet 30% van alle genoemde soorten (20 soorten) aanwezig zijn.

4.5. Synthese graadmeters

Het Nederlandse natuurbeleid heeft tot doel te komen tot een samenhangend netwerk van kwalitatief hoogwaardige natuurgebieden op het land en in het water (de Ecologische Hoofdstructuur, EHS). Daarnaast wordt er ingezet op de implementatie van de Europese verplichtingen met betrekking tot de Kaderrichtlijn Water en de Vogel- en Habitatrichtlijnen (<http://www2.minvrom.nl/notaruimte/0402040700.html>).

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming van de goede chemische en ecologische kwaliteit van alle oppervlaktewateren en stelt zich ten doel dat alle Europese oppervlaktewateren in het jaar 2015 een 'goede toestand' hebben bereikt en dat er binnen heel Europa duurzaam wordt omgegaan met water. De ecologische toestand zal ondermeer beoordeeld worden op basis van maatlatten die voor elk watertype opgesteld zijn voor algen, waterplanten, bodemdieren en vissen (www.stowa.nl).

Daarnaast heeft de Europese Unie zich als doel gesteld de achteruitgang van de biodiversiteit te stoppen. Het aanwijzen en effectief beheren van beschermde gebieden, de zogenaamde Natura 2000-gebieden, vormt daarbij een belangrijk onderdeel van het EU-beleid. Het Natura 2000-netwerk omvat alle gebieden die beschermd zijn op grond van de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn. Deze Natura 2000-gebieden wijst Nederland op dit moment aan. Inmiddels zijn er 119 gebieden voor definitieve aanwijzing in procedure gebracht. Zo is het gehele gebied van de Westerschelde als Natura 2000-gebied aangewezen (LNV 2007). Voor verschillende aspecten van soorten en habitattypen worden Natura 2000-doelen geformuleerd in profielendocumenten. Onderdeel is een beschrijving van de ecologische vereisten.

In dit rapport is de stand van zaken met betrekking tot ondermeer de ontwikkeling, referentiewaarden en/of streefdoelen en de onderbouwing op een rij gezet. Nagegaan is of de diverse graadmeters zoals voor de hierboven genoemde beleidsdoelen gehanteerd worden ook bruikbaar zijn om na te gaan of het Schelde-estuarium een ecologisch gezond ecosysteem genoemd kan worden.

De graadmeters die ten behoeve van de Europese richtlijnen en nationale beleidskaders zijn opgesteld, zijn grotendeels bruikbaar als indicatie voor de natuurlijke gezondheidstoestand van het Schelde-estuarium. Enkele zijn dat niet:

- Sommige algensoorten kunnen profiteren van eutrofiëring en kunnen zich overmatig (tot plaagalg) ontwikkelen. Voor de KRW is daarom voorgesteld de hoeveelheid *Phaeocystis* als indicator te gebruiken. Het is echter niet helemaal duidelijk of deze soort wel als plaagalg beschouwd moet worden. Daarenboven komen overmatige bloeien van *Phaeocystis* vooral voorin de kustzone zelf. Alhoewel het voorkomen daar wel indirect (stikstof-toevoer) een gevolg is van de waterkwaliteit in het estuarium, is de hoeveelheid *Phaeocystis* wellicht geen goede indicator voor het Schelde-estuarium. Sommige plaagalgen (bijv. *Dinophysis*) vormen toxines. Maar ook deze algen vormen in het Schelde-estuarium geen overmatige bloeien.
- De grote dynamiek in grote delen van de Westerschelde gecombineerd met de grote troebelheid van het water beperken het potentieel met zee gras begroeibaar areaal. Daardoor krijgt het zee gras nooit echt voet aan de grond. Zee gras is dan ook niet zo'n geschikte indicator voor de Westerschelde.

De overige graadmeters (Tabel 14) zijn dus wel zinvol. Sommige graadmeters zijn echter duidelijk enkel afhankelijk van de toestand in het Schelde-estuarium, andere niet. En een aantal graadmeters zijn afhankelijk van andere graadmeters, d.w.z. bepaalde graadmeters kunnen enkel tot een goede score komen als een andere graadmeter dat ook is (*Figuur 2*). Op die manier is een zekere prioriteit aan de graadmeters te geven. Het is echter niet zo dat de ecologische toestand goed beschreven kan worden op basis van de graadmeters met hoogste prioriteit. De prioriteit is als volgt:

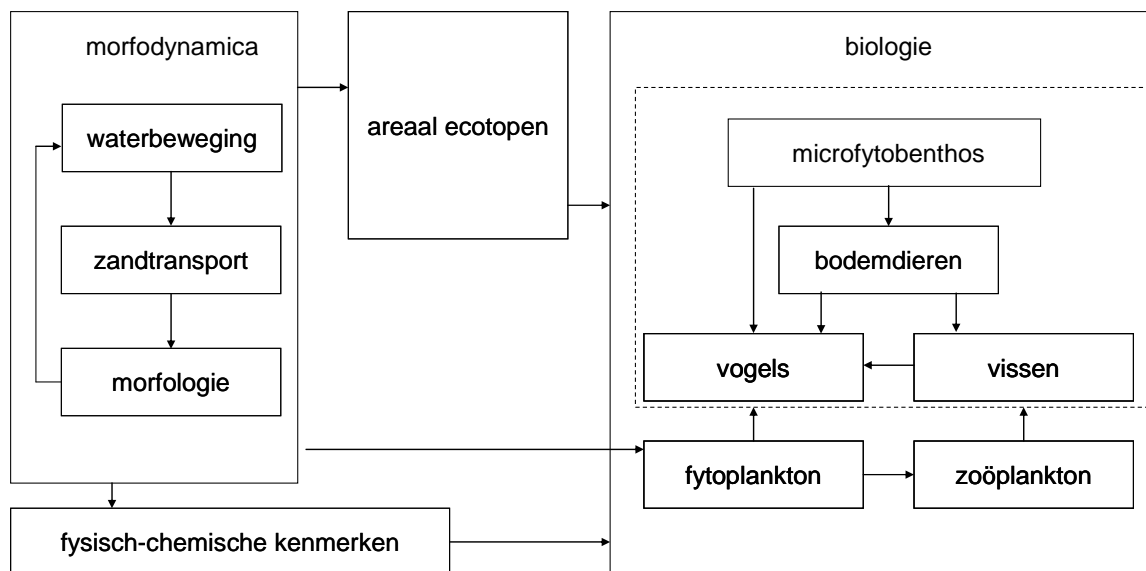
- Primaire randvoorwaarde voor een goede biologische kwaliteit zijn de fysische-chemische en hydromorfologische omstandigheden (Tabel 14). Een goede fysisch-chemische kwaliteit is een belangrijke voorwaarde voor zowel bodemgebonden als in de waterkolom levende dieren, en dus de belangrijkste voorwaarde voor het optimaal functioneren van het Schelde-estuarium.
- Ecotopen zijn de schakel tussen de fysische processen en de bodemgebonden organismen. Ze zijn immers de leefgebieden van de levensgemeenschappen (organismen met min of meer dezelfde habitateisen). Ecotopen zijn dus in feite functionele eenheden waarin het estuarium verdeeld kan worden. Als één of meer van de kenmerken in een gebied veranderen, bijvoorbeeld de ligging wordt hoger of het gebied wordt dynamischer, dan zal het gebied tot een andere ecotoop gaan behoren. Dat betekent dat het gebied meer of minder geschikt wordt voor soorten die er al gevestigd waren (van Eck & Holtzhauer 2007). Ecotopen, inclusief het areaal schorren, zijn daarom na de fysisch-chemische graadmeters geplaatst in Tabel 14.
- Verder is het van belang dat de ecotopen op de juiste manier functioneren. Dat wil zeggen dat de bodemdieren er in een goede diversiteit en hoeveelheid voorkomen, dat de verwachte vogels en vissen voorkomen, enz. Voor de schorren is dat uitgewerkt op basis van een globale vegetatiezonering. Dat kan enkel als de basis van de voedselketen, het plankton, in de waterkolom en in de bodem in een goede toestand is. De bodemalgen hebben ook een stabiliserende werking op het sediment van platen en slikken. Door dit alles worden in Tabel 14 graadmeters m.b.t. het plankton in volgorde na de ecotopen gerangschikt. Eerst het fytoplankton, dan het zoöplankton.
- Het juist functioneren van schorren is uitgewerkt op basis van een globale vegetatiezonering (kwaliteit schorren).
- Het juist functioneren van bodemdieren komt op de volgende plaats. Bodemdieren zijn immers een belangrijkste voedselbron voor o.a. vissen en vogels. De dieren blijven bovendien voor een groot deel van hun leven op een vaste plaats, en zijn daarom afhankelijk van de lokale waterkwaliteit. Ook moeten ze zich kunnen aanpassen aan verstoringen van hun leefmilieu, of deze nu van natuurlijke oorsprong zijn of als gevolg van menselijke activiteiten. Het functioneren is op systeembasis uitgewerkt als de relatie tussen de primaire productie en de biomassa van in de bodem levende ongewervelden, met name filtreerders (vooral schelpdieren). Afwijkingen van deze ratio wijzen op een uit zijn evenwicht gebracht functioneren van het ecosysteem. Binnen ieder ecotoop kan, als eerste indicator indicator van stress, gekeken worden naar de totale dichtheid, de totale biomassa en de soortensamenstelling (diversiteit).
- Voor vissen is het aantal soorten per ecologische groep een relevante indicator. Onderdelen van deze indicator zijn echter deels bepaald door externe factoren, deels door de lokale toestand. Veel diadrome soorten zijn gevoelig voor een slechte waterkwaliteit, met name wat betreft zuurstof. Ze zijn bovendien gevoelig voor fysieke barrières die de migratieroutes tussen rivier en zee blokkeren. Maar het ontbreken van deze passanten hoeft nog niet te zeggen dat de kwaliteit van het estuarium onvoldoende is. Er kunnen ook elders in de levenscyclus knelpunten zijn die de populatieopbouw verhinderen. Het aantal estuarien residente soorten is voor een groot deel te linken met de beschikbare ecotopen. Het aantal marien juveniele soorten en mariene seizoensgasten wordt voor een deel bepaald door externe factoren, met name beïnvloed visserij de afwezigheid van kraakbenige soorten (de Leeuw 2006, Winter et al. 2006).
- Vogels zijn vaak niet gebonden aan de Westerschelde, ook broedvogels. Ze kunnen vaak uitwijken naar andere deltawateren of de Waddenzee (van Eck & Holtzhauer 2007). Omdat ze toch wel afhankelijk zijn van broedgelegenheid, scoren ze hoger dan niet-broedvogels. Deze laatste gebruiken het gebied als foerageergebied, hetzij de slikken en platen (voor bodemdieren) hetzij de ondiepwaterecotopen (voor vis en garnaal). Een aantal eenden en ganzen eten (delen van) schorplanten en zaden op schoren (Graveland 2005). Daarenboven is hun foerageergebied niet beperkt tot de Westerschelde. Ook de

instandhoudingsdoelstellingen hebben vooral betrekking op het hele Deltagebied. Dat geldt voor alle niet-broedvogels en een aantal broedvogels (LNV 2007).

- De grootste fluctuaties in het aantal zeezoogdieren worden niet bepaald door lokale factoren. Ze zijn er vaak niet aan gebonden, wellicht nog minder nog dan niet-broedvogels. Daarom staan ze in Tabel 14 pas na de niet-broedvogels.
- De aanwezigheid en de hoeveelheid van specifieke soorten worden vaak door velerlei factoren beïnvloed, voor een deel niets zeggend over de lokale waterkwaliteit. Dat geldt zoals hierboven aangehaald voor (een deel van) de specifieke vogels en zoogdieren. Maar misschien nog meer voor specifieke bodemdieren en vissen. Deze scores daarom het laagst (*Macoma balthica*, zeeprink, rivierprink, fint, spiering, puitaal, bot, schol, haring, bot).

Tabel 14. Synthese van graadmeters, in volgorde van belangrijkheid (vooral gebaseerd op onderlinge afhankelijkheid en afhankelijkheid van lokale omstandigheden). Scores van prioriteit (van laag = 5 tot hoog = 1) en meetbaarheid (van laag = 3 tot hoog = 1) op basis van expert judgement.

	graadmeter	prioriteit	meetbaarheid
fysisch-chemisch	zuurstofverzadiging	1	1
fysisch-chemisch	temperatuur	1	2
fysisch-chemisch	DIN	1	3
habitats	areaal ecotopen	2	2
habitats/schorren	areaal schorren	2	2
plankton	productiviteit (pelagisch + bodem)	2	2
plankton	biomassa (chlorofyl a)	3	3
plankton	soortendiversiteit mesozöplankton	3	3
bodemdieren	B/P-ratio	3	3
bodemdieren	gemeenschap	3	3
vissen	aantal estuarien residente soorten	3	3
vogels	aantallen van broedvogels	3	2
vissen	aantal diadrome soorten	3	3
vissen	aantal kinderkamersoorten	3	3
vissen	aantal soorten seizoensgasten	3	3
vogels	aantallen van niet-broedvogels	3	2
zoogdieren	aantal zeehonden	4	2
zoogdieren	aantal bruinvissen	4	2
bodemdieren	aantallen nonnetje (<i>Macoma balthica</i>)	5	3
vissen	aantallen specifieke soorten (spiering, fint,)	5	3



Figuur 2. Schematische voorstelling van de verbanden tussen de morfodynamische, fysisch-chemische en biologische kenmerken, mede gebaseerd op Wetsteyn et al (2007).

We kunnen dus concluderen dat alhoewel de graadmeters die gebruikt (zullen) worden ten behoeve van de KRW, Natura 2000, de evaluaties door het Milieu- en Natuurplanbureau en de evaluatie van de EHS volgens de natuurdoeltype-systematiek grotendeels geschikt zijn om de natuurlijke gezondheidstoestand van het Westerschelde-estuarium te meten.

4.6. Kanttekeningen

Al zijn de graadmeters voorgesteld in het kader van de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000 zeer relevant, toch komen een aantal belangrijke aspecten of niet of onvoldoende aan de orde, met name in de monitoringsinspanning:

- De pelagische en benthische primaire productie (dus van algen in het water en in de bodem) is een essentiële parameter en het enkel bepalen via modellen op basis van een aantal input variabelen (o.a. chlorofyl) is absoluut onvoldoende. Momenteel wordt de primaire productie enkel door OMES (Onderzoek Milieu-Effecten Sigma-plan) en het Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie van het Nederlands Instituut voor Ecologie (op 8 locaties). De continuering van de metingen staat echter onder druk
- Het zoöplankton krijgt praktisch geen aandacht, alhoewel het bij verbeterde waterkwaliteit een belangrijkere component van het ecosysteem wordt. Enkel bij de aanvullende graadmeters van het MNP wordt mesozöplankton opgenomen.
- Het macrozoöbenthos is een essentiële schakel in estuariene voedselketens. In de Westerschelde is een goed uitgebouwd meetnet functioneel, op de buitendelta na. Dat maakt het mogelijk om in ieder geval voor de Westerschelde graadmeters op te stellen die iets zeggen over de toestand van dit ecosysteem en van een aantal kenmerkende soorten. Wellicht dient het lopende programma zo aangepast te worden dat de link met de ecotopen beter te leggen is.

- Alhoewel zowel ecologisch als economisch belangrijk, krijgen vissen in het Schelde-estuarium weinig aandacht. In de buitendelta loopt slechts een beperkt meetprogramma, en in de Westerschelde is het beperkt tot een jaarlijkse inventarisatie gericht op jonge platvis (tong, schol). Momenteel loopt in de Westerschelde wel een aanvullende ankerkuilbemonstering (Wageningen IMARES in opdracht van RIKZ).
- Het areaal ecotopen, en met name de relatieve verhouding van de diverse ecotopen, is een belangrijke indicator voor ecologische status gezien de duidelijke link met alle biota. Wellicht zijn wel er enige aanpassing nodig aan de huidige ecotopenindeling, met name m.b.t. de te volgen klassegrenzen (bijv. slijbrens en diepte), en moeten een aantal extra parameters bepaald worden (bijv. gehalte chlorofyl-a in de bodem, helling van het sediment). Voor het gebruik ten behoeve van voorspellingen moeten de modellen eerst verbeterd (beter gekalibreerd) worden. Daarvoor zijn ook meer metingen van stroomsnelheden nodig, met name op de platen en in de ondiepe gebieden.
- In het Schelde-estuarium komen wieren vooral voor op hardsubstraat. De keuze om wierophoppingen op zachte substraten niet als indicator voor de KRW op te nemen, is niet onlogisch. Omdat hardsubstraat wel deel uitmaakt van het sterk veranderd waterlichaam dat de Westerschelde is, is het te overwegen om aspecten van deze gemeenschap (bijv. diversiteit, soortensamenstelling, aanwezigheid van geselecteerde soorten) voor sterk veranderde waterlichamen wel als indicator mee te nemen.
- In het algemeen geldt dat de KRW-graadmeters gekozen zijn vanuit historisch perspectief: er moesten referentiewaarden opgesteld kunnen worden. Dat betekent echter niet dat veel van de in de achtergronddocumenten genoemde potentiële graadmeters die wegens het ontbreken van referentiewaarden niet als KRW-graadmeter opgenomen zijn, niet uiterst nuttig kunnen zijn voor het evalueren van toekomstig beleid.

Het is verder aan te bevelen om de verschillende graadmeters gestructureerd in een enkel systeem te integreren, bijv. in EMIGMA (Effect Modelling Graadmeters, Gebruik en Management) (Meesters et al. concept). In EMIGMA kunnen beschikbare trendgegevens van graadmeters, gebruikersfuncties en beleidsmaatregelen onderling aan elkaar worden gekoppeld en vergeleken. EMIGMA biedt ook de mogelijkheid doelwaardes (streefwaardes) op te nemen, net als modellen. Hiermee zijn wel correlaties na te gaan, maar geen causale verbanden. Een andere manieren van samenvatting is deze gebruikt in KRW-kader (multimetrische benadering voor aggregatie van deelmaatlaten).

Met betrekking tot het thema natuurlijkheid, zijn recent in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap zes graadmeters (beleidsindicatoren genoemd) voor de toestand van het estuarium beschreven (Ecolas et al. 2005):

- Areaaloppervlaktes slik, plaat, schor, ondiep water en geul. Slik, plaat en ondiep water zijn opgesplitst in laagdynamisch en doogdynamisch. Bij schorren wordt onderscheid gemaakt tussen primair schor met zeekraal, laag schor met slijkgras, middel-hoog schor, hoog schor, zoetwaterschor. Evaluatie gebeurt aan de hand van de areaalsamenstelling van het volledige estuarium, ingedeeld per deelgebied. De Westerschelde is ingedeeld in twee deelgebieden, waarbij de grens ligt bij Hansweert.
- Positie van de overgangen tussen de verschillende saliniteitszones (polyhalien, mesohalinen, oligohalinen, zoet), bepaald in de winter- en zomerperiode.
- Percentage maanden dat de zuurstofverzadiging niet aan de norm (75%) voldoet (met name voor Zeeschelde van belang).
- Primaire productie van fytoplankton, geschat op basis van de biomassa van het fytoplankton (zomergemiddelde chlorofyl-a ; juni, juli, aug, sept), de hoeveelheid opgelost silicium, het lichtklimaat als verhouding van de mengdiepte ten opzicht van de fotisch diepte, en de halfwaardetijd waarmee fytoplankton wordt weggespoeld.

- Vogelaantallen, conform instandhoudingsdoelstellingen opgesteld in kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn.
- Aantal gewone zeehonden tijdens de reproductieperiode (mei tot en met september).

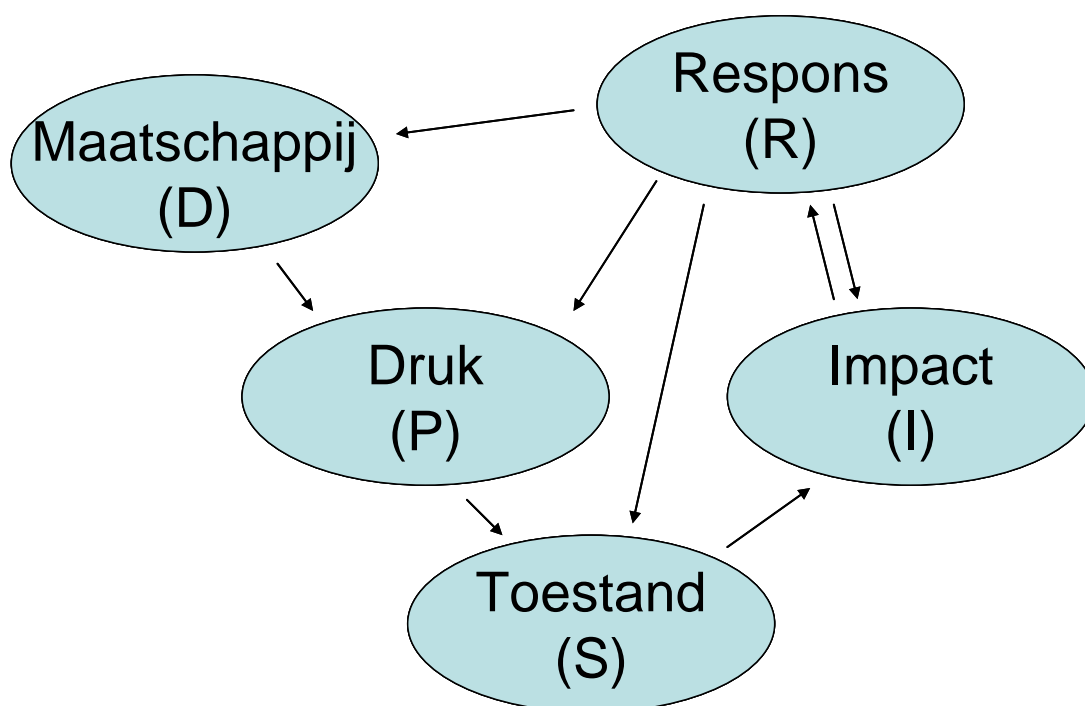
De eerste drie beleidsindicatoren zijn biologie ondersteunende parameters. Zuurstofverzadiging en areaaloppervlaktes zijn ook in de in dit rapport geëvalueerde graadmeters terug te vinden, de positie van de overgangen tussen de verschillende saliniteitszones niet. Volgens Evers (2007) is het niet zinvol om voor kust- en overgangswateren getalswaarden voor zoutgehaltes vast te stellen omdat de saliniteit geheel bepaald wordt door natuurlijke processen. Daarom hebben we deze niet als aanvullende graadmeter opgenomen. De overige drie graadmeters zijn ook in dit rapport direct als goede graadmeters weerhouden. Wel stellen we voor om de algemene areaaltypes (slik, plaat, ...) verder onder te verdelen (naar saliniteit, dynamiek, hoogteligging en sedimentkarakteristieken), en dus het areaal ecotopen te gebruiken als benadering voor habitat.

De keuze van de graadmeters met betrekking tot het thema natuurlijkheid door Ecolas et al (2005) wordt dus in dit rapport ondersteund. Als basis voor de selectie van beleidsgraadmeters door Ecolas et al (2005) diende een lijst van zogenaamde procesindicatoren: indicatoren die in de procesanalyse per thema van het Schelde-estuarium een sleutelpositie bekleden. In deze lijst komen o.a. ook de benthosindicatoren van de KRW, nutriënten, aantal doortrekkende vis en aantallen van specifieke soorten voor. De selectie had onder andere tot doel om tot een 'hanteerbaar' aantal indicatoren te komen. De keuze voor toppredatoren (vogels, zeehonden) als beleidsindicatoren voor natuurkwaliteit is gebaseerd op het feit dat deze ook gebruikt zouden kunnen worden als indicatoren voor lagere trofische niveaus en als indicatoren voor habitatveranderingen. Omdat de aanwezigheid en aantallen toppredatoren door veel externe factoren bepaald worden, hebben we een aantal lagere trofische niveaus een hogere relevantiescore gegeven dan de meeste hogere trofische niveaus.

Zonder kennis over de oorzaak van veranderingen is het moeilijk actie te ondernemen. Het is daarom nodig na te gaan welke graadmeters ook als toestandsindicatoren gebruikt kunnen worden, de stap te zetten van graadmeter naar indicator. Toestandsindicatoren (S) zeggen niet alleen iets over de toestand en eventuele veranderingen in die toestand maar er is ook een duidelijke relatie met een bepaalde druk (P) op milieu en natuur (bijv. uitstoot van verontreinigende stoffen, eutrofiëring, visserijdruk) veroorzaakt door maatschappelijke activiteiten (D) (bijv. landbouwactiviteiten, baggeren). Wijzigingen in de toestand leiden tot effecten op het hele ecosysteem en/of gezondheid van de mens. Het beleid (respons van overheid) kan op die manier via impact (R) op de maatschappelijke activiteiten een gerichte invloed uitoefenen op de toestand van milieu en natuur. In een dergelijk DPSIR-model kunnen voor elke stap indicatoren worden opgesteld (European Environment Agency 1999, Ecolas et al. 2005, Van Reeth & Vanongeval 2005, Borja et al. 2006). De gekozen indicatoren zijn daarbij afhankelijk van de beleidsdoelen. Immers "everything is an indicator of something, but nothing is an indicator of everything" (Cairns et al. 1993). Tabel 15 geeft ter illustratie de relatie tussen een aantal drukfactoren en graadmeters. Zo'n raamwerk (*Figuur 3*) is wenselijk voor systeemmonitoring ('vinger aan de pols'), maar noodzakelijk voor effectmonitoring en operationele monitoring (hebben beleidsmaatregelen effect?). Kennishiaten, zowel over verbanden met drukfactoren als eerder genoemde verbanden met estuariene dynamiekparameters, vereisen eventueel een specifieke onderzoeksmonitoring.

Om het effect van beleidsmaatregelen op veranderingen in habitatgeschiktheid voor doelsoorten te kunnen inschatten, is het nodig om de randvoorwaarden m.b.t. de estuariene dynamiekparameters (en afgeleide parameters) goed te kennen. Voor veel soorten is de relatie echter slechts in algemene termen bekend. Het verschil tussen het potentiële areaal van zeegras bepaald via habitatmodellering en de potentie volgens deskundigen (zie hoofdstuk 4.2.2.) is er een duidelijk voorbeeld van. Het is aan te bevelen om daar nader onderzoek aan te doen. Enkel wanneer de ruimtelijke en temporele patronen van de graadmeters goed bekend zijn, zijn veranderingen ten gevolge van bijvoorbeeld klimaatveranderingen of beheersmaatregelen vast te stellen.

Ruimtelijke patronen kunnen o.a. geanalyseerd worden via habitatmodellering. Habitatmodellen kunnen daarbij gezien worden als een formele samenvatting van de kennis over de omgevingsvariabelen van belang voor soorten.



Figuur 3. DPSIR-ramwerk (D = Driver, P = Pressure, S = State, I = Impact, R = Response) (naar European Environment Agency 1999)

Tabel 15. Relatie tussen menselijk handelen en de bijhorende graadmeters (Graveland 2005, van der Molen & Pot 2007b, van Eck & Holtzhauer 2007).

Menselijke druk	Effecten op fauna en flora	Relevante graadmeter
Eutrofiëring	Hogere concentraties algen ?	Gehalte chlorofyl_a
Eutrofiëring	Onbalans in verhouding primaire productie en biomassa macrofauna	Primaire productie (pelagisch en bentisch) Totale biomassa macrofauna
Vervuiling	Effecten op zeeslakken (bijv. TBT, TFT)	
Vervuiling	Effecten op voortplanting zeezoogdieren	Aantallen zeezoogdieren
Mosselzaadvisserij	Verkleining areaal mosselbanken	Areaal mosselbanken
Kokkelvisserij	Verkleining biomassa bodemdieren	Biomassa bodemdieren
Garnaalvisserij		
Visserij op tong (en schol)		
Visserij op haring, ansjovis,	Vermindering voedselaanbod zeezoogdieren ?	
	Vermindering voedsel voor zeezoogdieren	Aantal zeezoogdieren
	Bijvangst zeezoogdieren	Aantal zeezoogdieren
Verruiming van vaargeul	Indirect via effect op morfologie	Areaal platen en slikken, areaal schorren, areaal ecotopen
	Verdwijnen schorren	Areaal schorren
	Afkalving van platen en slikken	Areaal platen en slikken
	Verminderde foerageermogelijkheden voor sterns en steltlopers	Aantal paren broedvogels Aantal overwinterende vogels
	Verminderde kwaliteit vishabitats	
	Indirect op fytobenthos via veranderingen in slibgehalte	
Zandwinning		
Geïntroduceerde exoten	Mogelijk effect op voedsel vogels	(Voedselbeschikbare) biomassa bodemdieren Aantal soorten bodemdieren Similariteitsindex bodemdieren
Recreatie	Verstoring van broedplaatsen	
Recreatie	Verstoring van hoogwatervluchtplaatsen	
	Verstoring van zeehonden op de platen	Aantal op platen rustende zeehonden
Beroepsscheepvaart	Geringe verstoring van zeehonden op de platen	Aantal op platen rustende zeehonden

5. Huidige toestand van het Schelde-estuarium

Dit hoofdstuk beschrijft de kennis over de stand van zaken m.b.t. de ecologische toestand van het Nederlands deel van het Schelde-estuarium aan de hand van de in vorig hoofdstuk geselecteerde graadmeters. Nagegaan wordt wat de huidige toestand is, en hoe deze zich verhoudt tot de referentie- of streefwaardes voor zover deze gedefinieerd zijn. Een overzicht van de huidige toestand van het Schelde-estuarium staat in tabel 17.

Fysisch-chemische karakteristieken

Er is gebruik gemaakt van waterkwaliteitsdata van Rijkswaterstaat (www.waterbase.nl) om verschillende fysisch-chemische karakteristieken te beschrijven en te vergelijken met de referentiewaarden (Tabel 2).

Recente temperatuurgegevens zijn enkel beschikbaar voor het meetstation Schaar van Ouden Doel. Sinds 2000 is de temperatuur slechts eenmaal boven de 25°C geweest, in de zomer meestal wel een paar metingen boven de 21°C. De situatie scoort als goed tot zeer goed.

De wintergemiddelde DIN-waardes vertonen een duidelijke gradiënt met de hoogste concentraties nabij de grens met België en de laagste concentraties in de buitendelta. Maar ook ten hoogte van Vlissingen zijn de waardes meestal hoger dan 0.92 mgN/l. De toestand is dus als slecht te bestempelen.

Een zuurstofverzadiging van 60% (grens tussen goede en matige ecologische toestand) komt (bij een temperatuur van 25°C) overeen met 4 mgO₂/liter (Evers 2007). Sinds 2004 ligt het zuurstofgehalte in het gebied stroomafwaarts van de grens bijna overal altijd hoger dan 4 mg/l (goede ecologische toestand). In het gebied ten westen van Hansweert ligt dat meestal hoger dan 6 mg/l, en het verzadigingspercentage hoger dan 80% (zeer goede ecologische toestand).

Biologische parameters

Voor fytoplankton wijzen de metingen die er op dit moment zijn op een matige toestand. Voor zoöplankton zijn geen gegevens voorhanden.

Het schorrenareaal kan indicatief als graadmeter benut worden voor een gezond Westerschelde-estuarium. Ervan uitgaande dat circa 10% van het getijdenbekkenareaal uit schorren moet bestaan, is het huidige schorrenareaal zo'n 600 ha te klein. Voorts geldt dat ook de kwaliteit van schorren een evenwichtige verdeling moet kennen. Aangenomen wordt dat het aandeel van iedere vegetatiezone tussen 5 en 25% van het totaal schorareaal bedraagt. Dat is nu niet het geval, met name wat betreft het aandeel van vegetatiezones pionier en laag, en de dominantie strandkweek.

De matige score van de Westerschelde m.b.t. areaal ecotopen/habitats (zie bodemdieren) is te wijten aan afwezigheid van mosselbanken, die volledig ontbreken, en matige score voor areaal slikken en ondiepe gebieden. Op het derde niveau konden niet alle habitats geëvalueerd worden door het ontbreken van data. De overall score reflecteert dus niet de ecologische status van alle habitats. Van het mondingsgebied is slechts een heel beperkte evaluatie mogelijk omdat er slechts recente data zijn van een deel van de bodemfauna. En gezien dit dan nog beperkt is tot een klein aantal stations, is een evaluatie ook niet mogelijk. Van Hoey et al (2007) concluderen op basis van waardes voor de Hollandse kust een goede status op ecosysteemniveau, en een matige kwaliteit van de habitats.

Voor het nonnetje (*M. balthica*) is een uitgebreidere dataset aanwezig (monitoring schelpdieren door IMARES). Zowel in de Westerschelde als in het mondingsgebied is er een toename van het aantal nonnetjes (Figuur 4). De

toename is mogelijk gekoppeld aan een afname van garnalen (data IMARES). Kortom, het is niet waarschijnlijk dat de toename van nonnetjes een verbetering weergeeft, en een referentiewaarde is er niet.

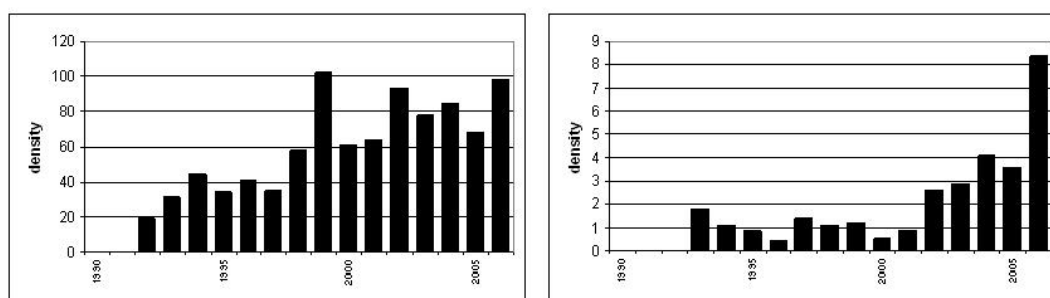
Het evalueren van de huidige toestand van de Westerschelde is aan de hand van het lopende monitoringsonderzoek (Demersal Fish Survey) slechts beperkt mogelijk. Niet alle vissoorten worden immers met het gebruikte vistuig (boomkor) bemonsterd. Er loopt op dit ogenblik een proef met ankerkuilbemonsteringen.

Alle karakteristieke vogelsoorten voor de habitats van Westerschelde zijn aanwezig (website SOVON). Ook de meeste doelsoorten zijn in de periode 1998-2000 gesignaleerd (www.sovon.nl). Voor alle genoemde broedvogels (zie Tabel 11) is er een toename sinds 1994, op de dwergstern na (SOVON & CBS 2005)¹³. De indicatie aantallen voor de niet-broedvogels genoemd in de instandhoudingsdoelstellingen zijn de gemiddelde aantallen voor de periode 99/00-03/04, en hebben betrekking op het hele Deltagebied. Recenter gegevens zijn nog niet beschikbaar, en daarom zijn de niet-broedvogels niet in Tabel 16 opgenomen. Sommige soorten vertonen ten opzicht van het seizoen 94/95 een toename (kleine zilverreiger, lepelaar, grauwe gans, bergeend, krakeend, wintertaling, wilde eend, pijlstaart, slobeend, kluut, goudplevier, kievit, drieteenstrandloper, bonte strandloper, groenpootruiter), een afname (fuut, kolgans, middelste zaagbek, scholekster, strandplevier, zilverplevier, steenloper) of geen of onduidelijke trend (rosse grutto, wulp, zwarte ruiter, smient, bontbekplevier, kanoetstrandloper, tureluur) (SOVON & CBS 2005).

Rond 1900 kwamen in de Westerschelde ca. 1000 exemplaren gewone zeehonden en ca. 500 bruinvissen voor. In 2002 zijn maximaal 50 zeehonden gezien tijdens een telling (Meininger et al. 2003). De bruinvis wordt sporadisch gezien, met name in de Westerscheldemonding (Meininger et al. 2003; www.buwa.nl). De aantallen zijn dus lager dan te verwachten.

We kunnen dus concluderen dat:

- goede gegevens over bepaalde gebieden (bijv. mondingsgebied) en graadmeters (bijv. vissen) ontbreken
- het Schelde-estuarium nog niet voldoet aan het gewenste niveau.



Figuur 4. Verloop van de gemiddelde dichtheid (ind/m²) van nonnetjes (*Macoma balthica*) in de Westerschelde (links) en het Nederlandse deel van zijn buitendelta (rechts) (data IMARES).

¹³ Het aantal broedparen van kleine mantelmeeuw is niet in SOVON & CBS (2005) opgenomen.

	Graadmeter	Watertype	Referentie	Meting	Oordeel	Opmerkingen	Referentie
fysisch-chemisch	zuurstofverzadiging	O2	>80		goed - zeer goed		www.waterbase.nl
	temperatuur	O2	<21		goed - zeer goed	Schaar van Ouden Doel	www.waterbase.nl
	DIN	O2	<0.22		slecht		www.waterbase.nl
	zuurstofverzadiging	K1	>80		zeer goed		www.waterbase.nl
	temperatuur	K1	<21		?		
	DIN	K1	<0.22		slecht		www.waterbase.nl
Plankton	chlorofyl-a	K1	7 µg/l	16 µg/l	matig		van der Molen (2007)
	chlorofyl-a	O2	6 µg/l	14 µg/l	matig		van der Molen (2007)
	soortendiversiteit mesozoöplankton	K1	?		?		
	soortendiversiteit mesozoöplankton	O2	?		?		
Ecotopen	% diverse ecotopen	K1	-		?	te weinig data en kennis	Van Hoey et al (2007)
	% diverse ecotopen	O2	-		matig		Van Hoey et al (2007)
Schorren	Schorren-areaal	O2	3100 ha	2513 ha	ontoereikend		van der Moolen (2007)
	Schorren-kwaliteit score	O2		2 op 5	matig		van der Moolen (2007)
Bodemdieren	aantal karakteristieke soorten (1110B)	K1	?		?	te weinig data	
	aantal karakteristieke soorten (1130)	O2	?	allen	?		Sisternans et al (2007)
	B/P-ratio	K1	1/10		?	te grote onzekerheid B en	Van Hoey et al (2007)
	B/P-ratio	O2	1/10		goed	expert judgement	Van Hoey et al (2007)
	gemeenschap	K1	-		?	te weinig data	Van Hoey et al (2007)
	gemeenschap	O2	-		goed		Van Hoey et al (2007)
	Nonnetje (<i>Macoma balthica</i>)	K1	?	36 ind/m2	?	toename	data IMARES
	Nonnetje (<i>Macoma balthica</i>)	O2	?	98 ind/m2	?	toename	data IMARES
Vissen	aantal diadrome soorten	O2	10		?		
	aantal estuarien residente soorten	O2	13		?		
	aantal kinderkamersoorten	O2	10		?		
	aantal soorten seizoensgasten	O2	5		?		
Vogels	aantal broedparen bruine kiekendief		20	22	zeer goed	gemiddelde 99-03	SOVON & CBS (2005)
	aantal broedparen kluut		200	170	zeer goed	gemiddelde 99-03	SOVON & CBS (2005)
	aantal broedparen bontbekplevier		20	16	zeer goed	gemiddelde 99-03	SOVON & CBS (2005)
	aantal broedparen strandplevier		50	37	goed	gemiddelde 99-03	SOVON & CBS (2005)
	aantal broedparen visdief		1400	1600	zeer goed	gemiddelde 99-03	SOVON & CBS (2005)
	aantal broedparen dwergstern		100	110	zeer goed	gemiddelde 99-03	SOVON & CBS (2005)
	aantal broedparen blauwborst		250	450	zeer goed	gemiddelde 99-03	SOVON & CBS (2005)
	aantal broedparen kleine mantelmeeuw		30	?	?		
Zoogdieren	gewone zeehond		± 1000	50	slecht	jaar 2002	Meininger et al (2003)
	bruinvis		± 500	13	slecht	jaar 2002	Meininger et al (2003)

Tabel 16. Huidige situatie Westerschelde-estuarium (voor broedvogels zijn de indicaties gegeven in het aanwijzingsbesluit als referentie genomen; als inschatting voor het areaal ecotopen is het areaal slikken, platen, ondiep water en litorale mosselbanken genomen; voor de fysisch-chemische kenmerken is de waarde van de klasse 'zeer goed' als referentie genomen).

6. Gebruiksfuncties bij een gezond estuarium

6.1 Landbouw en aquacultuur

Effecten op de landbouw bij het vergroten van de natuurlijkheid zijn waarschijnlijk beperkt tot negatieve effecten door verzilting van het grondwater (extra zoute kwel). Of er inderdaad extra zoute kwel optreedt bij het creëren van nieuwe natte natuur, is momenteel onderwerp van onderzoek (zie website PROSES). Naar verwachting zal de extra verzilting niet erg groot zijn, gezien deze ook niet verwacht wordt bij meer ingrijpende inrichtingsvarianten in de rest van het Deltagebied (Baptist et al. 2007). Daarnaast is het zo dat de zouttolerantie van sommige gewassen groter is dan op grond van de huidige kennis wordt aangevoerd. Daarnaast kan het toelaatbare zoutgehalte van beregeningswater wellicht groter zijn dan tot nu toe gedacht (Stuyt & Rijk 2006). Er zijn wellicht ook mogelijkheden om het waterbeheer op perceelsniveau aan zoetwaterschaarste en zoute kwel aan te passen. Dat tezamen betekent dat de perspectieven van bepaalde teelten wellicht groter zijn dan tot nu toe wordt verondersteld.

Daarnaast kunnen ook extra eisen aan de afvoer van water gesteld worden, wat (economisch) ook weer negatief is voor de landbouwactiviteiten.

Voor de aquacultuur blijken er wel extra potenties. Brandenburg et al (2004) hebben de mogelijkheden in kaart gebracht voor de combinatie van nieuwe getijdennatuur met een of meer productiefuncties op een aantal locaties in de Westerschelde. Een aantal locaties (Braakmanpolder, Hellegatpolder, Serarendspolder) lijken geschikt. Het meest perspectiefvol lijkt de combinatie van zeekraal met mosselteelt (hangcultuurmosselen).

6.2 Recreatie

6.2.1. Gebruiksmogelijkheden Westerschelde voor water- en oeverrecreatie

Waterrecreatie

De Westerschelde is in de huidige situatie vanwege de sterke stroming en beroepsvaart vooral geschikt voor de meer/zeer ervaren waterrecreanten hetzij zeilers, motorbootvaarders, kanoërs, surfers, sportvissers of sportduikers. De waterrecreatie in de Westerschelde is dan ook beperkt in verhouding tot die in de andere Deltawateren.

De vaarroutes voor plezier- en beroepsvaart zijn gescheiden en er wordt gestreefd naar zo min mogelijk kruispunten met de beroepsvaart. Toename van scheepvaartverkeer met een niet-vaarrouthegebonden gedrag wordt zoveel mogelijk geremd i.v.m. veilig en vlot zee- en binnenvaartverkeer.

In het Nederlandse deel van Westerscheldegebied zijn acht jachthaven-locaties: Breskens (1500 ligplaatsen), Ellewoutsdijk (28), Hoedekenskerke (33), Paal (150), jachthavens Terneuzen (totaal 406), jachthavens Vlissingen (208), de Griete (ca. 30) en Walsoorden (ca. 30) (van Berchum et al. 1998; www.DeltaWaterLand.nl, Steetzel 2005).

In principe is snelvaren toegestaan. Er zijn geen speciale snelvaargebieden in de Westerschelde. Wel zijn de hoofdvaargeulen van de Westerschelde verboden voor waterskiërs en waterscooters. Ook de platen, slikken en schorren zijn verboden terrein voor waterscooters en waterskiën (RWS 2006).

De mogelijkheden om met een kano of surfplank te water te gaan zijn vanwege de veelal zandige oevers vrij ruim, maar het gebruik is beperkt.

Voor sportduikers brengt het veiligheidsrisico (sterke stroming en beroepsscheepvaart) beperkingen met zich mee. De Westerschelde biedt echter vele mooie, interessante en aparte duikstekken. In tegenstelling tot de oevers van de Oosterschelde en het Grevelingen Meer, die bedekt zijn met steenstort vanwege de dijken, bestaan de oevers van de Westerschelde voornamelijk uit zandstrand. Hierdoor is de flora en fauna onder water anders maar zeker niet minder interessant (bron: dishoekduikers.nl).

Een aantal rederijen organiseert natuurrondvaarten, sleepvistochten en avontuurlijke tochten naar de zandplaten op de Westerschelde (bron: Delta-Wateren.nl).

Oeverrecreatie

Aan de monding van de Westerschelde zijn enkele grote, brede stranden (o.a. vanwege zandsuppleties). Er zijn met name hier uitgebreide verblijfsrecreatieve complexen te vinden. De verwachting is dat dit nog zal toenemen (Anoniem 2000).

Aan de rest van de Westerschelde vindt men plaatselijk oever- en dijkrecreatie. Voor verschillende vormen van oeverrecreatie, vooral waar lijfelijk contact is met het water (zwemmen maar ook bijv. kanoën, surfen en sportduiken) wordt een goede zwemwaterkwaliteit onontbeerlijk geacht. In de periode 2002-2005 voldeden alle zwemwatermeetpunten aan de norm (Zeeland 2006).

Sportvisserij wordt beoefend vanaf de oever en ook wel vanuit bootjes.

Langs de Westerschelde kan men voorts goed wandelen en fietsen. Veel paden aan de waterkant bieden uitzicht over het water en zijn vrij toegankelijk voor voetgangers en fietsers. Sommige gedeelten zijn in het broedseizoen afgesloten voor alle verkeer (bron: Delta-Wateren.nl). De dijken bieden goede mogelijkheden voor beleving van natuur en landschap zowel binnen- als buitendijks.

In het (Nederlandse deel van) het Westerscheldegebied zijn voorts een 7-tal bezoekerscentra: Fort Ellewoutsdijk, Bezoekerscentra 't Zwin, Bezoekerscentrum Verdrongen Land van Saeftinge <http://www.scheldenet.nl/nl/cultuur001/recreatie/bezoekerscentra/saeftinge>, Havencentrum Lillo, Bezoekerscentrum De Notelaer, Fort Rammekens en het Zeeuws Maritiem Museum (bron: Delta-Wateren.nl).

6.2.2. Ontwikkelingen vaar- en oeverrecreatie

In vergelijking met tellingen uit voorgaande jaren lijkt het erop alsof, in tegenstelling tot de verwachtingen, het recreatieve gebruik aan het afnemen is.

In 1998 bijvoorbeeld werden bij hoogwater gemiddeld 190 sportvissers geteld. In 2002 daalde dat aantal naar gemiddeld 141, terwijl in 2005 gemiddeld nog slechts 30 sportvissers werden waargenomen. Vooral in de oevergebieden van Zeeuws-Vlaanderen was de daling groot.

In zijn algemeenheid werden in 2002 en 2005 t.o.v. 1990 nog slechts 65% resp. 43% van de aantallen recreanten aangetroffen (Brilman & van Pelt 2005).

In navolging van het aantal recreanten werden er in 1998, 2002 en 2005 ook minder vaartuigen aangetroffen dan in 1990. In 2005 werden bijvoorbeeld ca. 50% minder stil liggende vaartuigen en 63% minder varende vaartuigen geteld. Brillman & van Pelt (2005) opperen dat eigenaren van vaartuigen wellicht minder vaak gebruik maken van hun vaartuig dan 15 jaar geleden. Dat verklaart echter niet de daling in oeverrecreatie. In hoeverre de weersomstandigheden debet zijn aan de waargenomen trend is niet duidelijk.

6.2.3. Autonome ontwikkelingen

De eisen die de recreatie aan het systeem van de Westerschelde stelt zijn: een goede scheiding van beroeps- en recreatiescheepvaart, waterkwaliteit die voldoet aan de norm voor zwemwater en ruimte in relatie tot beleving

(BOD 2004). Ervan uitgaande dat de ecologische kwaliteit en de chemische-bacteriologische kwaliteit van het (zwem)water naar wens verbeteren, kunnen heel globaal de volgende autonome ontwikkelingen t.a.v water- en oeverrecreatie worden voorzien.

De intensieve beroepsvaart vormt een rem op de autonome ontwikkeling van de zeilsport, surfen en overige recreatievaart (BOD 2004). Desalniettemin kan de substantiele uitbreiding van de haven van Breskens een aantrekkelijke werking hebben op de grote watersport, bijvoorbeeld vanuit de buurlanden. Voorts wordt de komende jaren op landelijk niveau nog een behoorlijke toename van de recreatieve toervaart verwacht onder invloed van een ouder wordende bevolking, gunstige inkomensontwikkelingen en een redelijke groei van de waterrecreatievloot. Er zal naar verwachting een toenemende trek plaatsvinden naar watersport op grotere wateren (RLG 2004).

Los van de geconstateerde negatieve trend (Brilman & van Pelt 2005) en de sterke stroming en beroepsscheepvaart, zal er naar verwachting toch enige mate van groei plaatsvinden.

Bij een verdergaande verbetering van de zwemwaterkwaliteit zullen ook de mogelijkheden voor oeverrecreatie (bijv. zwemmen) en waterrecreatie waarbij lijfelijk contact is met het water (bijv. surfen, kanoën, duiken) toenemen. De mate waarin valt op basis van de huidige informatie moeilijk te voorspellen.

De vraag naar beleving van natuur- en landschap neemt toe (RLG 2004). Uitbreiding middels natuurontwikkeling van het aantal natuurgebieden langs de Westerschelde (wsl. voornamelijk binnendijks) zal de mogelijkheden voor landschaps- en natuurbeleving (wandelen en fietsen) naar verwachting doen toenemen. De mate waarin dat zal gebeuren hangt samen met de huidige belevingswaarde van de betreffende natuurontwikkelingslocaties en de bereikbaarheid van die gebieden vanuit woongebieden en verblijfsrecreatieve centra.

Onderstaande tabel (Tabel 17) geeft de globale autonome ontwikkelingen weer t.o.v. het huidig gebruik van de Westerschelde.

Tabel 17. Gebruiksmogelijkheden Westerschelde voor de verschillende vormen van watergebonden en oever(land)gebonden recreatie bij verbetering van de ecologische en bacteriologische kwaliteit, t.o.v. het huidig gebruik: toename (+); min of meer gelijkblijvend (0); afname (-).

		Huidige mogelijkheden en gebruik	Effect-indicatie bij verbetering van de ecologische en bacteriologische kwaliteit
Waterrecreatie			
Zeilen	Grote watersport	Voldoende	+
	Kleine watersport	Beperkt	0
Motorbootvaren	Grote watersport	Voldoende	+
	Kleine watersport	Beperkt	0
Snelvaren	Jetski	Zeer beperkt	0
	Speedboot	Zeer beperkt	0
	Waterskiën	Zeer beperkt	0
Kanoën/roeien	Wildwaterkayak	Beperkt	0
	Zeekano	Beperkt	+
	Roeien	Beperkt	0
Surfen	Brandingsurfen	Beperkt	0
	Windsurfen	Beperkt	+
	Kitesurfen	Beperkt	+
Sportvissen vanuit boot	Zoetwatervis	n.v.t.	
	Zoutwatervis	Voldoende	0
Sportduiken		Beperkt	+
Oeverrecreatie			
Sportvissen vanaf oever	Zoetwatervis	n.v.t.	
	Zoutwatervis	Voldoende	0
Zwemmen		Beperkt	+
Wandelen (natuurbeleving)		Voldoende	+
Fietsen (natuurbeleving)		Voldoende	+

6.3 Visserij

Met betrekking tot de effecten op vergroten van de mogelijkheden voor visserij bij een verbetering van de natuurlijkheid van het Schelde-estuarium is een aantal ontwikkelingen te verwachten.

Vooreerst is het te verwachten dat er meer soorten zullen verschijnen en een aantal soorten die nu schaars zijn, waaronder trekvisserij, zullen toenemen. Dit zullen voornamelijk schaarse soorten zijn en blijven zoals prikken, finten, zeenaalden, lipvisserij en zalm-achtigen, waar de visserij geen profijt van zal hebben.

Onder de vissen die profijt kunnen hebben van ondiep areaal en met name droogvallende platen is ansjovis. Het zou kunnen dat deze soort zich tot een dermate hoog niveau ontwikkelt dat, zoals in de Oosterschelde, zich hier een bescheiden (seizoen) visserij op kan ontwikkelen.

In de Westerschelde zijn op dit moment 6 gerechtigden tot een ankerkuilvisserij. Twee van die gerechtigden zijn voor een belangrijk deel van hun jaaromzet afhankelijk van die visserij, voor de 4 overigen is het een alternatief naast boomkorvisserij. De ankerkuilvisserij richt zich op sprot met een belangrijke bijvangst van juveniele haring. Het is een seizoensvisserij die vrijwel uitsluitend in de wintermaanden wordt uitgevoerd. Een mogelijke toename van het sprotbestand in de Westerschelde zou tot een verhoogde visserij kunnen leiden, maar zal nooit groot kunnen worden gezien de beperkte afzet.

In de Westerschelde is sleepnetvisserij in de druk bevaren vaargeulen door de intensieve zeescheepvaart zeer beperkt mogelijk en gevaarlijk. In de nevengeulen vindt bovendien intensief transport met binnenschepen plaats. De sleepnetvisserij bevindt zich dan ook voornamelijk in de monding van de Westerschelde en zal zich vooral bij laag water door ruimtelijke beperking slechts gedeeltelijk in richting van Antwerpen kunnen verplaatsen.

Bij een verbeterde kwaliteit van de Westerschelde is te verwachten dat het bestand van zeebaars en harders zich kan uitbreiden en is daarmee een geschikte doelsoort voor een beperkt aantal staand want vissers. Omdat die visserij zich op de platen afspeelt, is daar een positieve ontwikkeling van te verwachten. Harders zijn voor de sportvisserij van gering belang terwijl de zeebaars een potentiële doelsoort van hengelaars is.

Volgens de garnalvissers is die visserij ten gronde gegaan door baggerwerkzaamheden, maar zou met een verbetering van de kwaliteit van de Westerschelde zich kunnen herstellen. Redant en Pollet (2002) zoeken een verklaring voor de terugloop van het vangstpotentieel in de reductie van het areaal dat als kweekgebied voor garnaal in aanmerking komt, met name de slikken, schorren en kwelders in de Westerschelde en langs de Belgische kust. Deze biotopen spelen een cruciale rol in de levenscyclus van diverse vis- en garnaalsoorten, als 'kinderkamer' voor de juveniele stadia, die er beschutting en voedsel vinden en die er opgroeien tot pre-recruten. Een toename van deze gebieden zou dus tot een toename van garnalen kunnen leiden.

In het verleden kwamen in de Westerschelde zowel litoraal als sublitoraal mosselzaadbanken voor. Meerdere mosselkwekers visten op die banken. Tegenwoordig valt mosselzaad nog slechts zelden in hoeveelheden die het opvissen lonend maakt. De indruk bestaat dat de gebieden waar wilde banken konden voorkomen, nu ongeschikt zijn omdat de dynamiek te hoog is (van Stralen 1995, Kater 2005). Een toename van laagdynamische gebieden kan wellicht weer de goede randvoorwaarden voor zaadbanken vormen.

7. Referenties

- Anoniem (1999) ZEEZOOGDIEREN NOORDZEE. GONZ III Bijdrage. Onvoltooid concept : 1 november 1999.
- Anoniem (2000) Situatieschets korte termijn Schelde-estuarium. Een schetsmatig beeld ter voorbereiding van de Langetermijnvisie . RA/00-377c Resource Analysis, Delft
- Anoniem (2003) Delta in Zicht. Een integrale visie op de Deltawateren. Provincie Zeeland, Middelburg. 44 pp.
- Anoniem (2007) Milieueffectrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde; Achtergronddocument Morfologische ontwikkeling Westerschelde. Fenomenologisch onderzoek naar de ontwikkelingen op mesoschaal. Rijkswaterstaat Zeeland / Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement MOW, afdeling Maritieme Toegang. Middelburg/Antwerpen. 102 pp.
- Baggelaar PK, van der Meulen ECJ, van Eck GTM, Twisk F (2006) Statistische validatie ecotopen-kaarten Westerschelde. Rapport Ecastat, Amstelveen en AMO, Hengelo. 143 pp.
- Bal D, H.M. Beije HM, Felligier M, Haveman R, van Opstal AJFM, van Zadelhoff FJ (2001) Handboek natuurdoeltypen. Rapport Expertisecentrum LNV 2001/020, Wageningen. 832 pp.
- Baptist HJM, Jagtman E (1997) De AMOEBES van de zoute wateren. Watersysteemverkenningen 1996. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Den Haag. Rapport RIKZ-97.027. 149 pp.
- Baptist MJ, De Mesel I, Stuyt LCPM, Henkes R, de Molenaar H, Wijsman J, Dankers N, Kimmel V (2007) Herstel van estuariene dynamiek in de Delta. Wageningen IMARES, Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies. Rapport C119/07. 172 pp.
- Belfroid AC, van der Hoeven N (2006) Biological monitoring programme with the blue mussel *Mytilus edulis* in the Netherlands. Evaluation of the programme 1985-2005. Rijkswaterstaat RIKZ
- Bergman MJN (1989) Ecologische profielen. Beschrijving van de populaties van haring, schol, kabeljauw, steur, rog en zeekeef in de Noordzee en Nederlandse estuaria in de periode 1900 - 1985. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Den Haag.
- Bijkerk R, Meijer AJM (1988) Ecologisch profiel lagere planten. Referentie toestand, huidige toestand, ecologie, ingreep-effectkennis. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.
- BOD (2004) Watersport in het Deltagebied. Integrale recreatievisie Deltawateren. Breed Overleg Deltawateren. Rapport Waterrecreatieadvies. 64p
- Borja A, Galparsoro I, Solaun O, Muxika I, Tello EM, Uriarte A, Valencia V (2006) The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 66:84-96
- Bouma H, De Jong DJ, Twisk F, Wolfstein K (2005) Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1). Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Report No. RIKZ/2005.024, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Middelburg
- Brandenburg WA, Kamermans P, Steenbergen J, Verdegem MCJ, Baars DJMD (2004) Mogelijkheden voor zeecultuur in nieuwe getijdennatuur langs de Westerschelde. Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek (RIVO) B.V. Rapport nr. C027/04. 31 pp.
- Brilman JF, van Pelt FMM (2005) Recreatietellingen Westerschelde 2005. Werkgroep Recreatie-onderzoek Deltawateren. 28p
- Cadee GC, Hegeman J (2002) Phytoplankton in the Marsdiep at the end of the 20th century; 30 years monitoring biomass, primary production, and Phaeocystis blooms. *Journal of sea research* 48:97-110
- Cairns J, McCormick PV, Niederlehner BR (1993) A Proposed Framework for Developing Indicators of Ecosystem Health. *Hydrobiologia* 263:1-44
- de Deckere E, Meire P (2000) De ontwikkeling van een streefbeeld voor het Schelde estuarium op basis van de ecosysteemfuncties, benaderd vanuit de functie natuurlijkheid. Universiteit Antwerpen.
- de Jong DJ (2006) KaderRichtlijn Water, bepaling referentiesituatie en P-REF/P-GET en opstellen maatlatten voor planten in de zoute en brakke watertypen K1, K2, K3, O2 en M32 in Nederland. Versie 5-2006. RIKZ/ZDO/2006.800.w.
- de Leeuw JJ (2006) Monitoring van vis in overgangswateren conform de eisen van de Kaderrichtlijn Water. Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek (RIVO) BV, IJmuiden. Rapport C006/06. 28 pp.

- de Vries I, Los H, Jansen R, Cramer S, van de Tol M (1993) Risico-analyse eutrofiëring Noordzee. Rijkswaterstaat. Rapport DGW-93.029.
- Dijkema KS, de Jong DJ, Vreeken-Buijs MJ, van Duin WE (2005) Kwelders en schorren in de Kaderrichtlijn Water. Ontwikkeling van potentiële referenties en van potentiële Goede Ecologische Toestanden. ALTERRA-Textel. Rijkswaterstaat RIKZ/2005/020. 63 pp.
- EC (2007) Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on environmental quality standards in the field of water policy and amending directive 2000/60/EC. ENV 334. CODEC 669. Council of the European Union. Interinstitutional File: 2006/0129 (COD). Brussels, 21 June 2007
- Ecolas, Haecon, HKV Lijn in Water (2005) Beoordelingskader Schelde-estuarium. Deel 3: Indicatorfiches. In: Ecolas, Haecon & HKV Lijn in water (2005): Beoordelingskader Schelde-estuarium, rapport opgesteld in het kader van het gemeenschappelijk Vlaams-Nederlands onderzoeks- en monitoringprogramma van de lange termijn visie voor het Schelde-estuarium. In opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Maritieme Toegang. Ecolas, Antwerpen, ref. 03/077709/dl. 229 pp.
- Elliott M, Hemingway KL (2002) Fishes in estuaries, Vol. Blackwell Science, Oxford
- Escaravage V, Ysebaert T, Herman P (2004) Description of maximal and good ecological potentials (MEP/GEP) for the benthic macrofauna for the European Water Framework directive WFD. The Westerschelde. KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke. NIOO-CEME Rapport 2004-04.
- EU (2000) Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende waterbeleid. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L 327/1, 22-12-2000
- EU (2001) Beschikking Nr. 2455/2001/EG van het Europees Parlement en de Raad van 20 november 2001 tot vaststelling van de lijst van prioritaire stoffen op het gebied van het waterbeleid en tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG. Publicatieblad van de Europese Unie L 331/1, 15-12-2001
- EU (2006a) Mededeling van de Commissie aan de Raad en het Europees Parlement. Geïntegreerde preventie en bestrijding van chemische verontreiniging van oppervlaktewater in de Europese Unie. COM(2006) 398 definitief, 17-7-2006
- EU (2006b) Richtlijn 2006/11EG van het Europees Parlement en de Raad van 15 februari 2006 betreffende de verontreiniging veroorzaakt door bepaalde gevaarlijke stoffen die in het aquatisch milieu van de Gemeenschap worden geloosd. Publicatieblad van de Europese Unie L 64/52, 4-3-2006
- EU (2006c) Voorstel voor een Richtlijn van het Europees Parlement en de Raad inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van het waterbeleid en tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG. Com(2006) 387 definitief, 17-7-2006
- European Environment Agency (1999) Environmental indicators: typology and overview. EEA Technical report No 25. 19 pp.
- Evers N (2007) Getalswaarden bij de goede ecologische toestand voor oppervlaktewater voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen temperatuur, zuurgraad, doorzicht, zoutgehalte en zuurstof. STOWA rapport 2007-01 / RIZA rapport 2007-002. STOWA, Utrecht. 82 pp.
- Gmelig Meyling AW, Willemsen J, de Bruyne RH (2006) Verspreiding en trends in Nederland van de Purperslak *Nucella lapillus*. Stichting ANEMOON, Bennebroek. ANEMOON rapport nr. 2006-14. 67 pp.
- Graveland J (ed) (2005) Fysische en ecologische kennis en modellen voor de Westerschelde. Wat is beleidsmatig nodig en wat is beschikbaar voor de m.e.r. Verruiming Vaargeul? Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg. Rapportnummer RIKZ/2005.018. 107 pp., Vol
- Haas H, Tosserams M (2005) Achtergronddocument Kansencarta Estuariene Dynamiek in de Delta. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Werkdocument RIKZ/ZDO/2005.800w. 37 pp.
- Herman PMJ, Middelburg JJ, van de Koppel J, Heip CHR (1999) Ecology of estuarine macrobenthos. Adv Ecol Res 29:195-240
- Ide I, Witten EP, Fischer J, Kalbfus W, Zellner A, Stroben E, Watermann B (1997) Accumulation of organotin compounds in the common whelk *Buccinum undatum* and the red whelk *Neptunea antiqua* in association with imposex. Mar. Ecol. Prog. Ser. 152:197-203
- Jager Z (2004) Behoeftte aan gegevens over vissen. Zoet-Zoutcourant nummer 4, p.3.
- Jagers op Akkerhuis GAJM, Lammertsma DR, Groot Bruinderink GWTA (2004) Een meetnet voor de Nederlandse soortdiversiteit. Nationale en internationale afspraken, bestaande meetnetten en een aanbeveling voor een meetnet soortdiversiteit. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 1063. 83 pp.
- Janssen JAM, Haveman R, Hennekens SM, Huiskes HPJ, Schaminée JHJ, Weebers CY (2006) Nulmering Natura 2000 habitattypen. Achtergrond, methode en voorbeelden. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1378. 86pp.

- Kaag NHBM, J. Jol (2007) Monitoring imposex bij de purperslak, *Nucella lapillus*, in de Zeeuwse wateren. Wageningen IMARES, IJmuiden. Rapport C112/07.
- Kaag NHBM, Jak RG, Jol J, Schipper CA (2004) Veldstudie naar TBT verontreiniging in de Noordzee en risico's voor het mariene milieu. TNO rapport R2004/475
- Kater BJ (ed) (2005) Ontwikkelingen in de kennis van de morfodynamica en ecologie van de Westerschelde. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Rapport RIKZ/2005.034. 102 pp., Vol
- Klein Breteler J, de Leeuw J, van Keeken O (2007) De Kaderrichtlijn Water en Visserij op de binnenwateren. VIVION, Wageningen IMARES. Rapport nr. C029. 80 pp.
- Klepper O, Bakker J, Traas TP, van de Meent D (1998) Mapping the potentially affected fraction (PAF) of species as a basis for comparison of ecotoxicological risks between substances and regions. *Journal of Hazardous Materials* 61:337-344
- Klinge M, Backx J, Beers M, Higler B, Jaarsma N, Jager Z, Kranenborg J, de Leeuw J, Ottburg F, van der Ven M, Vriese T (2004) Achtergrond document vissen. www.stowa.nl.
- Knoben R, Kamsma P (eds) (2004) Achtergronddocument referenties en maatlatten voor macrofauna. Versie december 2004., Vol
- Kornman B, Blauw T, Bil M, van der Meij V, van den Berg M (2004) Oppervlaktelichamen en beschermde gebieden in het Schelde stroomgebied. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Rapport RIKZ/2004.036. 34 pp.
- Laane RWPM (1992) Background concentrations of natural compounds in rivers, sea water, atmosphere and mussels. Report DGW-92.033
- LNV (2000) Aanwijzingsbesluit Westerschelde als Vogelrichtlijngebied. Ministerie van LNV, N/2000/330, 24 maart 2000.
- LNV (2005) Natuurprogramma Westerschelde. Verantwoording realisering (minimaal) 600 ha estuariene nieuwe natuur en de relatie met de instandhoudingsdoelstellingen Vogel - en Habitatrichtlijn. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 15 september 2005, DRZ-35311.
- LNV (2006a) Natura 2000 doelendocument. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag. Juni 2006, versie 1.1. 228 pp.
- LNV (2006b) Natura 2000 profielen habitattypen. Eindconcept 15 december 2006.
- LNV (2006c) Natura 2000 profielendocument. Eindconcept algemene inleiding en leeswijzers 15 december 2006.
- LNV (2007) Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe (http://www2.minlnv.nl/thema/groen/natuur/Natura2000_2006/gebieden.htm#122)
- Lorenz C, Duijts H, Hartholt J (2003) Aanzet KRW-maatlatten voor kust-en overgangswateren. Een verkenning ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Rapport RIKZ/2003.024. 65 pp.
- Meesters EHWG (2006) Ecotopes and species composition of the Westerscheldt: can ecotopes be distinguished by species composition? Report No. C088/06, Wageningen IMARES, Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies
- Meesters HWG, Brinkman AG, van Duin WE, Lindeboom H, van Breukelen S (concept) Graadmeterstelsel Biodiversiteit Zoute Wateren. I. Beleidskaders en indicatoren.
- Meijer AJM (1984) Literatuurstudie aan *Laminaria saccharina* (suikerwier). Levenscyclus, verspreiding, ecologische aspecten, kweekmethoden. Bureau Waardenburg, Culemborg
- Meininger PL, Witte RH, Graveland J (2003) Zeezogdieren in de Westerschelde: knelpunten en kansen. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee. Rapport RIKZ/2003.041. 72 pp.
- Mensink BP, ten Hallers-Tjabbes CC, Kralt J, Freriks IL, Boon JP (1996) Assessment of imposex in the common whelk, *Buccinum undatum* (L.) from the Eastern Scheldt, the Netherlands. *Mar. Environ. Res.* 41:315-325
- Oehlmann J, Stroben E, Schulte-Oehlmann U, Bauer B, Fioroni P, Markert B (1996) Tributyltin biomonitoring using prosobranchs as sentinel organisms. *Fresenius J. Anal. Chem.* 354(5-6):540-545
- Paulus P (2007) Achtergrondrapportage Waterkwaliteit 2006. Implementatie KRW in het Schelde stroomgebied. Nederland Leeft Met Water. 1 december 2007
- Peperzak L (1994) Plaagalgen in de Noordzee. Ministerie van Verkeer en Waterstat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg. Rapport DGW-93.053. 87 pp.
- Peperzak L (2002) The wax and wane of *Phaeocystis globosa* blooms. PhD Rijksuniversiteit Groningen. 254 pp.
- PROSES (2004) Strategisch milieueffectenrapport. Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium. Hoofdrapport. Brussel, Den Haag. 194 pp.
- Rapport DJ, Costanza R, McMichael AJ (1998) Assessing ecosystem health. *Trends in Ecology & Evolution* 13:397-402
- Redant F, Polet H (2002) De garnaalvisserij: een kustgebruikersgroep met kopzorgen. *De Grote Rede* 5:13-17

- RLG (2004) Ontspannen in het groen. Raad voor het landelijk gebied. Advies 041
- RWS (2006) Regels en vaargebieden voor snelle motorboten. Regio Zeeland. Rijkswaterstaat Zeeland, April 2006.
- Siepel H, Knijn RJ, Niewold FJJ, Heessen HJL (1993) De internationale betekenis van Nederland voor de fauna.2. De aquatische fauna.
- Slooff W, van de Meent D (1992) Ecotoxicologic levels, natural background levels and environmental quality objectives for surface water and soil. In: C. Steinberg & A. Kettrup (eds.), Proceedings international symposium on ecotoxicology: Ecotoxicological relevance of test methods. Munich, nov. 1990. GSF-Bericht 1/92. pp. 341-348
- Smit CJ, Bos O, Meesters E (concept) Monitoring van biologische en abiotische parameters in zoute wateren in Nederland. De actuele situatie, de verplichtingen voortvloeiend uit Europese regelgeving en aanbevelingen voor de toekomst. Wageningen IMARES. versie 4, 20/12/06.
- Soetaert K, Herman PMJ (1994) One foot in the grave: zooplankton drift into the Westerschelde estuary (The Netherlands). Marine Ecology Progress Series 105:19-29
- Soetaert K, Herman PMJ, Kromkamp J (1994) Living in the twilight: estimating net phytoplankton growth in the Westerschelde estuary (The Netherlands) by means of an ecosystem model (MOSES). Journal of Plankton Research 16:1277-1301
- SOVON, CBS (2005) Trends van vogels in het Nederlandse Natura 2000 netwerk. SOVON-informatierapport 2005/09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Urbbergen.
- Steetzel HJ (2005) Zeewaartse versterkingen Zeeuwsch-Vlaanderen. Haalbaarheid zeewaartse versterkingen ter plaatse van Breskens en Cadzand-Bad. Alkyon Rapport nummer: A1459R1.
- STOWA (2005a) De KRW voor het (water)leven. STOWA-rapport 2005-04. 21pp.
- STOWA (2005b) Overzicht natuurlijke watertypen. STOWA-rapport 2005-08. 94 pp.
- Struijs J, van de Meent D, Peijnenburg WJ, van den Hoop MA, Crommentuijn T (1997) Added risk approach to derive maximum permissible concentrations for heavy metals: how to take natural background levels into account. Ecotoxicol. Environ. Saf. 37(2):112-118
- Stuyt LCPM, Rijk PJ (2006) Koepelnotitie uit 'Transitie en toekomst van de Deltalandbouw'. Indicatoren voor de ontwikkeling van de land- en tuinbouw in de Delta van Zuidwest-Nederland. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1132 Koepelnotitie.36 pp.
- Tackx M, Azemar F, Bouletreau S, De Pauw N, Bakker K, Sautour B, Gasparini S, Soetaert K, Van Damme S, Meire P (2005) Zooplankton in the Schelde estuary, Belgium and the Netherlands: long-term trends in spring populations. Hydrobiologia 540:275-278
- ten Brink B (2000) Biodiversity indicators for the OECD Environmental Outlook and Strategy. A feasibility study. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. RIVM Report 402001014. 52 pp.
- ten Brink BJE, van Strien A, van Hinsberg A, Reijnen MJSM, Wiertz J, Alkemade JRM, van Dobben HF, Higler LWG, Koolstra BJH, Ligthoet W, van der Peijl M, Semmekrot S (2000) Natuurgraadmeters voor de behoudoptiek. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven. RIVM rapport 408657005. 109 pp.
- ten Hallers-Tjabbes CC, Kemp JF, Boon JP (1994) Imposex in whelks (*Buccinum undatum*) from the open North sea: Relation to shipping traffic intensities. Mar. Pollut. Bull. 28:311-313
- Toffolon M, Crosato A (2007) Developing macroscale indicators for estuarine morphology: the case of the Scheldt estuary. . Journal of Coastal Research 23:195-212
- Tydemans P (1996) Ecologisch profiel van de wilde litorale mosselbank (*Mytilus edulis* L.). Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee. Watersysteemverkenningen 1996. Rapport RIKZ-96.026. 49 PP.
- van Berchum AM, Coosen J, Meijer AJM (1995) Natuurvriendelijke waterkeringen langs de Westerschelde. Een handreiking voor integraal beheer. Bureau Waardenburg rapport nr. 95.57 / Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ-95.054. .
- van Berchum AM, Phernambucq AJW, Schouwenaar A, Wattel G (1998) Beleidsmonitoring Westerschelde. Evaluatie Beleidsplan Westerschelde. Scheldeinformatiecentrum: 95p
- van de Meent D (1999) Potentieel Aangetaste Fractie (PAF) als maatlat voor toxische druk op ecosystemen. RIVM rapport 607504007
- van den Berg M (ed) (2004a) Achtergrondrapportage referenties en maatlaten fytoplankton. Rapportage van de expertgroep fytoplankton. Versie oktober 2004. , Vol
- van den Berg M (ed) (2004b) Achtergrondrapportage referenties en maatlaten waterflora. Rapportage van de expertgroepen macrofyten en fytoplankton. Versie november 2004., Vol
- van den Bergh E, van Damme S, Graveland J, de Jong D, Baten I, Meire P, Consemulder J, Willems B, Hoeksema R, Haas HA, Kornman B (2003) Voorstel voor natuurontwikkelingsmaatregelen ten behoeve van de

- Ontwikkelingsschets 2010 voor het Schelde-estuarium: op basis van een ecosysteemanalyse en verkenning van de mogelijke maatregelen om het streefbeeld natuurlijkheid van de Lange Termijn Visie te bereiken. Report No. Werkdocument RIKZ, 2003.825x.
- van den Boomen RM (2006) Inschatting reductieopgave KRW , RW1596-1/eekc/001, 2 november 2006, Witteveen + Bos, Deventer
- van den Hoop M (1995) Literatuurstudie naar achtergrondgehalten van zware metalen en arseen in bodem, sediment, oppervlaktewater en grondwater. RIVM Rapport 719101019
- van der Molen DT, Pot R (eds) (2007a) Referenties en concept-maatlatten voor Overgangs- en Kustwateren voor de Kaderrichtlijn Water. Update februari 2007. STOWA-rapport 2004-44b. 50 pp., Vol
- van der Molen DT, Pot R (eds) (2007b) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA Rapportnummer 2007-32. 300 pp., Vol
- Van Eck BTM, Holzhauser H (2007) Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43'. MOVE eindrapport 2006, RWS/RIKZ, Middelburg
- van Eck G, Holzhauser H (2007) Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43': MOVE-Rapport 9, MOVE eindrapport 2006. Rapport RIKZ/2007.003. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg. 64 pp.
- Van Hoey G, Drent J, Ysebaert T, Herman P (2007) The Benthic Ecosystem Quality index (BEQI), intercalibration and assessment of Dutch Coastal and Transitional Waters for the Water Framework Directive. NIOO rapport 2007-02. 244 pp.
- Van Reeth W, Vanongeval L (2005) Indicatoren. In: Dumortier M, De Bruyn L, Hens M, Peymen J, Schneiders A, Van Daele T, Van Reeth W, Weyembergh G, Kuijken E (eds) Natuurrapport 2005 : toestand van de natuur in vlaanderen : cijfers voor het beleid Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud Vol 24. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, p 22-35
- van Stralen M (1995) Mosselbanken Westerschelde. RIVO-DLO, briefnr. AQ952170/STR aan Dr. R. Eertman dd 240795.
- van Wesenbeeck B (2007) Verkenning naar validatiemethoden voor het Zoute wateren EcostopenStelsel (ZES.1) in de Westerschelde. LTV O&M Habitatvoorspelinstrumentarium, Validatietechnieken. WL Delft hydraulics.
- Wetsteyn B, Twisk F, Meininger P, van Zanten E, Van Maldegem D (2007) Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43': MOVE-Rapport 9, deel II: Biologische en chemische hypothesen 2006: Onderliggende rapportage bij MOVE rapport 10 Eindrapport 2006. Werkdocument RIKZ, ZDA/2007.809w. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg. 175 pp.
- Wiertz J (2006) Kerngraadmeters voor natuur en landschap in Nederland; een tussenbalans. MNP, Bilthoven, rapport 500002006/2005
- Wijnhoven S, Herman PMJ, Ysebaert T, van der Wal D (2007) Robustness parameters habitat assessment tools. Study as part of LTV Research & Monitoring 'Natural development' for the Schelde estuary. Netherlands Institute for Ecology, Centre for Estuarine and Marine Ecology, Yerseke. NIOO-CEME Report 2007, Monitor Taskforce Publication Series 2007 -11. 47 pp.
- Wijnhoven S, van Hoey G, Sisteremans W, Escaravage V (2006) Validatie Ecotopenstelsels Westerschelde. KNAW-NIOO, centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke. Monitor Taskforce Publication Series 2006-08. 34 pp.
- Wijsman JWM, Kesteloo J (2007) Het effect van baggerwerkzaamheden op de kokkelbestanden in de Westerschelde. Wageningen IMARES, Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies. Rapport C081/07. 35 pp.
- Winter HV, Dekker W, de Leeuw JJ (2006) Optimalisatie MWTL vismonitoring. Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek (RIVO) BV, IJmuiden. Rapport C052/06. 46 pp.
- Wintermans G, Dankers N, Leewis R, Molegraaf P, de Nooyer D, Reents S, Staeyert F, Wegman R (1996) Ecotopes of the Wadden Sea. In: Wintermans, G. et al (1996) Habitat mapping and description of the Dutch coastal waters. BEON Rapport 96(5), part 1.
- Wolfstein K (2006) Voorstel voor de afleiding van het MEP/GEP voor niet-natuurlijke wateren: pilot Westerschelde. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Werkdocument RIKZ/ZD/2006.006W. 20 pp.
- Ysebaert T (2007) Nota: referenties en maatlatten voor macrobenthos van overgangs- en kustwateren: aanvullende informatie t.b.v. RWS-rapportage, Imares, rapport C110/07.
- Ysebaert T, Herman P (2004) the assessment of the ecological status of coastal and transitional waters based on benthic macroinvertebrates: classification and intercalibration within the Water Framework directive. NIOO-CEME Report 2004.1
- Zeeland P (2006) Regionale Watersysteem Rapportage Zeeland 2002-2005. Provincie Zeeland, Dienst Ruimte Milieu en Water. 64 pp.
- Zijlstra JJ (1978) The function of the Wadden Sea for the members of its fish-fauna. In: Dankers N, Wolf WJ, Zijlstra JJ (eds) Fishes and fisheries of the Wadden Sea. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Leiden

Dankwoord

Bij deze willen we iedereen bedanken die heeft bijgedragen aan het tot stand komen van dit rapport. Vooreerst iedereen die op onderdelen van eerdere versies opmerkingen, aanvullingen of verwijzingen gaven: Dick de Jong (RWS), Fred Twisk (RWS), Bert Wetsteyn (RWS), Zwanette Jager (RWS), Cor Berrevoets (RWS), Dick Bal (LNV), Patrick Meire (Universiteit Antwerpen), Lodwijk Stuyt (Alterra), Gert Van Hoey (NIOO/ILVO), Martin Baptist (IMARES), Kees Dijkema (IMARES), Eric Meesters (IMARES), Jeroen Wijsman (IMARES), Mardik Leopold (IMARES), Tom Ysebaert (IMARES/NIOO). De resultaten zijn eind februari op een workshop besproken. We danken iedereen die op deze workshop een bijdrage aan dit rapport geleverd hebben: Tom Maris (Universiteit Antwerpen), Rick Wortelboer (MNP), Jeroen Speybroek (INBO), Erika Van den Bergh (INBO), Dick de Jong (RWS), Jaap Graveland (RWS), Sytze Braaksma (LNV), Rolf Ruks (LNV), Erwin Winter (IMARES), Cor Smit (IMARES), Henk van der Mheen (IMARES). Tot slot willen we onze dank richten tot de opdrachtgever (LNV) voor de commentaren die leiden tot dit rapport: Rolf Ruks, Gerard van der Sar, Vincent van der Meij, Annemarie Janssen.

Verantwoording

Rapport C020/08
Projectnummer: 439.62103.01

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en beoordeeld door of namens het Wetenschapsteam van Wageningen IMARES.

Akkoord: Jacqueline Tamis
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 27 maart 2008

Akkoord: F. Groenendijk
Hoofd afdeling ecologie

Handtekening:

Datum: 27 maart 2008

Aantal exemplaren: 40
Aantal pagina's: 65
Aantal tabellen: 17
Aantal figuren: 4
Aantal bijlagen: 0