

HABITAT KARAKTERISERING VAN DE NEDERLANDSE KUSTWATEREN

Deel 2: Fysische doelvariabelen

R.H.M. Eertman

Werkdocument RIKZ/AB-96.842X

Watersysteemverkenningen 1996

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
NEDERLANDS INSTITUUT VOOR OECOLOGISCH ONDERZOEK

Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie

Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ



Habitat karakterisering van de Nederlandse kustwateren.
Deel 2: Fysische doelvariabelen

citatie:

Eertman, R.H.M. (1996) *Habitat karakterisering van de Nederlandse kustwateren. Deel 2: Fysische doelvariabelen*, Werkdocument RIKZ/AB-96.842X, RIKZ / NIOO-CEMO, 42 p.

Middelburg, 1 juni 1996

Inhoud

1.	Inleiding.....	5
2.	Werkwijze.....	7
2.1	Fysische doelvariabelen.....	7
2.1.1	Ligging kustlijn t.o.v. basiskustlijn	
2.1.2	Natuurvriendelijke oevers	
2.1.3	Oppervlakte intergetijdegebied	
2.1.4	Getijvolume	
2.2	Habitat-amoebes.....	10
3.	Resultaten.....	13
3.1	Fysische doelvariabelen.....	13
3.1.1	Ligging kustlijn t.o.v. basiskustlijn	
3.1.2	Natuurvriendelijke oevers	
3.1.3	Oppervlakte intergetijdegebied	
3.1.4	Getijvolume	
3.2	Habitat-amoebes.....	25
4.	Conclusies.....	31
5.	Dankbetuiging.....	33
6.	Literatuurlijst.....	35
7.	Bijlage: figuren.....	38

1. Inleiding

Het project Watersysteemverkenningen (WSV) levert objectieve en kwantitatieve informatie over de fysische, chemische en biologische toestand en het gebruik van verschillende watersystemen in verleden, heden en toekomst. Met behulp van deze informatie ontstaat inzicht in het functioneren van de Nederlandse watersystemen. In dit WSV-rapport wordt de huidige situatie en, voor zover gegevens voorhanden waren, de historische ontwikkeling van relevante fysische doelvariabelen voor de Nederlandse zoute wateren in kaart gebracht: (1) ligging kustlijn ten opzichte van de basiskustlijn; (2) natuurvriendelijke oevers, met als onderdeel hiervan (4) lengte oever/kust; (5) getijvolume; en (6) oppervlakte intergetijdegebied.

In eerste instantie zou ook de variabele 'natuurlijke oevers' worden geïnventariseerd. Volgens de WSV-definitie (Luiten & van Buuren, 1994) zijn dit 'oevers waarbij de oeverlijn niet vastgesteld wordt door menselijk ingrijpen en waar flora en fauna van het oevermilieu zich kunnen vestigen en ontwikkelen zonder doelgericht menselijk ingrijpen'. Dit type oevers komt langs de Nederlandse zoute watersystemen nagenoeg niet voor. De uiteinden van de Waddeneilanden behalve Texel vormen de enige uitzondering. Na overleg is besloten alleen de natuurvriendelijkheid van de oevers als parameter in ogenschouw te nemen.

Aan het eind van dit rapport wordt voor de Westerschelde en het Grevelingenmeer een habitat-amoebe gepresenteerd, gericht op conditionerende fysisch-chemische parameters die voor het vóórkomen van habitats / ecotopen mede bepalend zijn.

2. Werkwijze

2.1 Fysische doelvariabelen

2.1.1 Ligging kustlijn ten opzichte van basiskustlijn

Op basis van de nota 'Kustverdediging na 1990, beleidskeuze voor de kustlijn' (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1990) is in 1990 gekozen voor het dynamisch handhaven van de kustlijn. Het belangrijkste aspect van deze beleidskeuze is dat de structurele kustachteruitgang langs bijna de gehele Nederlandse kust wordt bestreden. De ligging van de kustlijn op 1 januari 1990 is maatgevend. Deze ligging wordt de basiskustlijn (BKL) genoemd. De basiskustlijn is de norm voor het handhavenbeleid en deze norm wordt jaarlijks getoetst. Als bij toetsing blijkt dat de norm is overschreden, of dreigt overschreden te worden, moet er worden ingegrepen. In het algemeen betekent dit dat zandsuppleties worden uitgevoerd.

Voor bijna de gehele Nederlandse kust is een basiskustlijn vastgesteld. Uitzonderingen vormen dijken en andere kustverdedigingswerken zonder voorliggend strand. Voor de strandvlakten op de uiteinden van de Waddeneilanden, behalve Texel, geldt dat zo min mogelijk wordt geïnterfereerd in de natuurlijke ontwikkeling, zolang de eilanden als geheel blijven bestaan. Voor deze strandvlakten is daarom geen basiskustlijn vastgesteld. Dit geldt ook voor de gehele kustlijn van de eilanden Rottumeroog en Rottumerplaat.

Voor toetsing van de basiskustlijn (BKL) wordt jaarlijks met behulp van de 'momentane kustlijn' (MKL) de 'te toetsen kustlijn' (TKL) berekend. De precieze methode van toetsing is beschreven door Hillen *et al.* (1991). Een vergelijking tussen de te toetsen kustlijn en de basiskustlijn leert of aan de norm wordt voldaan. Als de te toetsen kustlijn landwaarts van de basiskustlijn ligt is de norm overschreden. De resultaten van deze jaarlijkse metingen worden gerapporteerd in de zogenaamde Kustlijnkarten (DGW, 1993; RIKZ, 1994-1995). De kustlijn waarvoor een basiskustlijn is vastgesteld valt binnen de WSV-watersystemen Hollandse kustzone, Voordelta en Westerschelde. Van dit laatste watersysteem is alleen voor de kustlijn in het mondingsgebied ten westen van de lijn Vlissingen - Breskens een basiskustlijn vastgesteld. Per watersysteem is een vergelijking gemaakt tussen de te toetsen kustlijn en de basiskustlijn. Naast statistische gegevens per watersysteem (gemiddelde en mediane afstand TKL - BKL, standaard deviatie en minimale / maximale waarden) is tevens het percentage overschrijdingen van de basiskustlijn bepaald. Daarnaast is de gemiddelde overschrijding van de basiskustlijn voor ieder watersysteem berekend.

2.1.2 Natuurvriendelijke oevers

Natuurvriendelijke oevers zijn oevers waarbij, naast de waterkerende functie, expliciet rekening wordt gehouden met natuur en landschap in ontwerp, aanleg, inrichting en beheer, terwijl ook aan de eisen die andere functies aan de oever stellen voldaan wordt.

De benaming 'natuurvriendelijke oever' kan gezien worden als een synoniem voor de veelgebruikte benaming 'milieuvriendelijke oever'. De eerste benaming heeft tegenwoordig de voorkeur.

Wanneer kunnen oevers als natuurvriendelijk worden geclassificeerd? Het natuurvriendelijke karakter van een oever wordt bepaald door een tweetal aspecten: (1) de aanwezigheid van een vooroever (slik, schor of strand) en (2) de begroeiing van de dijkglooiing met hardsubstraat levensgemeenschappen (Vroom *et al.*, 1991). Getijdeoevers met een vooroever hebben een hoge ecologische waarde vanwege hun functie als habitat voor bodemdieren en hun foerageerfunctie voor o.a. steltlopers. Door de aanwezigheid van een vooroever is de begroeiing van de dijk van minder belang voor het bepalen van de ecologische waarde van de oever. Bij waterkeringen zonder droogvallende vooroever wordt de ecologische waarde van de oever bepaald door de organismen die op het harde substraat van de dijk (al dan niet met kreukelberm) groeien. Dijken met een min of meer complete zonering van hardsubstraat levensgemeenschappen en een grote soortenrijkdom worden het hoogst gewaardeerd. Deze zogenaamde kerngebieden kunnen als natuurvriendelijke oevers worden beschouwd. De mate van begroeiing van een dijkglooiing (zonder vooroever) wordt voor een deel bepaald door het type materiaal waaruit de glooiing bestaat. Niet alle materialen zijn even geschikt als habitat voor organismen die op harde substraten leven. Wanneer minder geschikte of ongeschikte materialen zouden worden vervangen door geschikte materialen, dan zou op meer lokaties een complete zonering van hard substraat levensgemeenschappen kunnen ontstaan. Deze lokaties worden potentiële kerngebieden genoemd (Van Berchum *et al.*, 1995 en 1996).

Vergelijking van de data met betrekking tot de verschillende zoute watersystemen heeft uitgewezen dat de verschillende studies niet eenduidig zijn uitgevoerd. De ecologische beoordeling van de harde substraten langs de Ooster- en Westerschelde heeft plaatsgevonden volgens de classificatie van Meijer (1989 en 1991). Om onduidelijke redenen werden de Oosterschelde-oevers in hun geheel beoordeeld, d.w.z. één beoordeling voor de dijkglooiing en de kreukelberm samen, terwijl in de Westerschelde beide dijkdelen apart werden beoordeeld. Bij de beoordeling van de harde substraten langs de Waddenzee (Hoppe & Wolters, 1991) is een classificatie toegepast die verschilt met die van Meijer. Wel is getracht beide classificaties met elkaar te vergelijken. Daarnaast komt de classificatie van het type oevers langs de Waddenzee in genoemd rapport niet overeen met de classificatie door Vroom *et al.* (1991). Vroom *et al.* spreken van een vooroever indien deze tijdens eb gedurende enige tijd droog ligt (b.v. 1 uur). Hoppe & Wolters daarentegen spreken pas van een vooroever indien deze tijdens eb gedurende 50 % van de tijd of meer droog ligt. Een vergelijking tussen watersystemen zou eenvoudiger en betrouwbaarder zijn indien een uniforme aanpak voor

het beoordelen van oevers zou worden gehanteerd. Het standaardiseren van de verschillende gegevens is bovendien erg tijdrovend.

De beoordeling van de oevers van het Grevelingenmeer vergt een iets andere benadering, aangezien dit watersysteem in tegenstelling tot de overige zoute watersystemen niet onder invloed van het getij staat. Het Grevelingenmeer kent derhalve geen getijdezone of intergetijdegebieden. Voormalige slikken zijn na de afsluiting permanent droog komen te liggen en hebben daardoor een andere functie gekregen. Wel kent het Grevelingenmeer ondiepwatergebieden met een diepte van slechts 10 - 20 cm, die een habitat vormen voor bodemdieren en derhalve een foerageerfunctie hebben voor steltlopers. De functie van deze ondiepwatergebieden is daarom vergelijkbaar met die van slikken in de getijdewateren. Analooq aan de classificatie in de getijdewateren kunnen oevers met voorliggende ondiepwatergebieden als natuurvriendelijk worden beschouwd. Dit zijn meestal onbeschermde oevers of oevers die indirect beschermd worden door een vooroeververdediging (Fortuin, 1989). Oevers zonder voorliggende ondiepwatergebieden worden gekenmerkt door een directe harde oeververdediging waarop hardsubstraat levensgemeenschappen kunnen floreren. Door een goed ontwikkelde hardsubstraat levensgemeenschap kan dit type oever ook als natuurvriendelijk worden geclassificeerd. Een deel van de oevers is getypeerd met behulp van de oevertypebeschrijving van Consemulder (1996). De overige oevers werden getypeerd met behulp van een topografische kaart, waarbij de afstand van de 1 m dieptelijn tot de oever bepalend was. Indien deze dieptelijn op een afstand van meer dan 250 m buiten de oever ligt wordt aangenomen dat er sprake is van een oever met een voorliggend ondiepwatergebied (d.w.z. max. 10 - 20 cm diepte). Indien genoemde diepwaterlijn op een afstand van minder dan 250 m buiten de oever ligt dan is er geen sprake van een ondiepwatergebied. Hoewel er diverse studies zijn uitgevoerd naar de ontwikkeling van hardsubstraat levensgemeenschappen in het Grevelingenmeer, ontbreken studies waarbij de gehele kustlijn is geclassificeerd. Het is derhalve onmogelijk een inschatting te maken van het areaal aan (potentiële) kerngebieden in het Grevelingenmeer. Hier ligt duidelijk een hiaat in de kennis over hardsubstraat levensgemeenschappen.

2.1.3 Oppervlakte intergetijdegebied

Intergetijdegebieden kunnen worden onderverdeeld in platen, slikken, schorren/kwelders en stranden. Voor zoverre gegevens voorhanden zijn zullen de oppervlakten aan intergetijdegebieden in de onderzochte zoute watersystemen in deze categorieën worden gekwantificeerd. Het totale oppervlak aan intergetijdegebied en het areaal aan schorren / kwelders gelden binnen WSV als doelvariabelen voor de zoute wateren. De hoeveelheid beschikbare gegevens voor de diverse watersystemen verschillen aanzienlijk. De ontwikkelingen in de Westerschelde zijn het meest volledig en nauwkeurig in kaart gebracht met behulp van GIS-technieken (Huijs, 1995; Vroon *et al.*, 1996a). De historische ontwikkeling van de kwelderarealen in de Waddenzee (inclusief het Nederlands deel van het Eems-Dollard estuarium) zijn uitvoerig beschreven door Dijkema (1987). Dit is gebeurd aan de hand van interpretatie van historische

inpolderingskaarten. De zo verkregen gegevens zijn weliswaar minder nauwkeurig dan GIS-berekeningen, maar zij geven een goed beeld van de veranderingen gedurende een aantal eeuwen. Dijkema (1987) behandelde de Eems-Dollard niet als apart watersysteem, maar als onderdeel van het oostelijk deel van de Waddenzee. Terwille van het huidig onderzoek heeft hij de gegevens die betrekking hebben op de Eems-Dollard apart berekend en mij ter beschikking gesteld (Dijkema, 1996). Het onderzoek in de Oosterschelde heeft zich geconcentreerd op verschillen in ontwikkeling veroorzaakt door de aanleg van de stormvloedkering in de Oosterschelde. Gegevens voor de Oosterschelde hebben dan ook met name betrekking op de situatie vóór en na de bouw van de stormvloedkering (Smaal en Boeije, 1991). Historische data zijn niet voorhanden. Voor het Grevelingenmeer geldt het zelfde. De data beperken zich tot areaalgegevens van voor en na de afsluiting. Historische gegevens zijn niet voorhanden. Voor de Hollandse Kustzone zijn er geen directe gegevens met betrekking tot het oppervlak aan intergetijdegebieden voorhanden. Het intergetijdegebied in dit watersysteem omvat hoofdzakelijk strand, en wel dat deel van het strand dat tijdens vloed overspoeld wordt. Het oppervlak aan intergetijdegebied kan indirect berekend worden. Door Kalf & Walburg (1995) is voor een aantal karakteristieke kustlocaties de breedte van het strand berekend [Afstand NAP + 5m tot GHW-lijn en afstand NAP + 5m tot GLW-lijn]. Hieruit kan eenvoudig de breedte van het intergetijdegebied berekend worden, n.l. het verschil tussen deze breedten. Wanneer deze breedten worden gecombineerd met de lengtes van kuststroken, zoals beschreven door Vroom *et al.* (1991), dan wordt er een redelijk betrouwbaar inzicht in het oppervlak intergetijdegebied verkregen. Op dezelfde manier zijn ook berekeningen uitgevoerd voor de kuststroken in de Voordelta en Westerschelde [zone Westkapelle-Vlissingen-Breskens-Cadzand].

2.1.4 Getijvolume

Het getijvolume kan op twee manieren worden gedefinieerd: (a) het vloedvolume en (b) het totaal van eb- en vloedvolume. Per getijcyclus kunnen eb- en vloedvolume van elkaar verschillen, maar over een langere periode gerekend zijn beide parameters gelijk. In dit rapport wordt de definitie vloedvolume gehanteerd, omdat de meeste beschikbare gegevens met betrekking tot de Nederlandse zoute watersystemen betrekking hadden op het vloedvolume. De in dit rapport gepresenteerde gegevens betreffen het getijvolume in de monding van het estuarium / zeearm.

2.2 Habitat-amoebe

Voor het opstellen van de habitat amoebes voor de Westerschelde en het Grevelingenmeer zijn de waarden van een aantal voor soorten relevante fysisch-chemische parameters in een recent peiljaar vergeleken met die in een referentiejaar. Voor zover meetgegevens afkomstig zijn uit het DONAR-bestand van RIKZ zijn de meetwaarden uit de jaren 1992 en 1993, net als in een eerdere rapportage (Eertman & Smaal, 1995a), gekozen als weergave van de huidige situatie. Meetgegevens uit de eerste twee volledige

meetjaren zijn genomen als weergave van de referentie-situatie. Aangezien de metingen van de waterkwaliteitsgegevens niet voor iedere parameter in hetzelfde jaar begonnen kan het gekozen referentiejaar variëren van de periode 1968-1969 tot 1982-1983. Voor meetgegevens die niet uit DONAR komen gelden uiteraard andere peiljaren. De referenties worden bij de tabellen vermeld.

Het vergelijken van de huidige waarden van parameters met die in het verleden heeft beperkingen. De situatie in de referentie jaren waarover meetgegevens beschikbaar zijn behoeft niet noodzakelijkerwijs beter te zijn dan de huidige situatie. Ook al zou dit het geval zijn, dan is het nog niet altijd realistisch om de toestand in het referentiejaar na te willen streven. Het watersysteem kan dusdanig van karakter zijn veranderd, dat de waarden die parameters in het referentiejaar hadden niet meer haalbaar zijn. Het Grevelingenmeer is hiervan een goed voorbeeld. Referentiewaarden zijn echter altijd nuttig als aanvullende informatie. Het verdient daarom de voorkeur om de huidige situatie te vergelijken met een potentiële situatie, een haalbare streefwaarde. Een dergelijke benadering is niet alleen realistischer maar ook moeilijker, omdat het niet eenvoudig is om in te schatten of het nemen van bepaalde maatregelen kan leiden tot een gewenste streefwaarde. Waar mogelijk zullen de huidige waarden van parameters worden getoetst aan streefwaarden voor parameters. Er zal bij de tabellen worden vermeld waarop de streefwaarden zijn gebaseerd. In de amoebe zal de huidige situatie worden weergegeven als percentage van de streefwaarde dan wel de referentiewaarde.

3. Resultaten

3.1 Fysische doelvariabelen

3.1.1 Ligging kustlijn t.o.v. basiskustlijn

Tabel 1 geeft een overzicht van de ligging van de te toetsen kustlijn ten opzichte van de basiskustlijn voor de drie betreffende zoute watersystemen in de jaren 1993-1995. De belangrijkste trends staan tevens grafisch weergegeven in Figuur 1. In de Hollandse Kustzone is het verschil tussen de te toetsen kustlijn (TKL) en de basiskustlijn (BKL) in de genoemde periode toegenomen. Dit blijkt uit zowel de gemiddelde waarde als de mediaan. De diverse zandsuppleties hebben duidelijk effect gehad. Het aantal jaarlijkse overschrijdingen van de basiskustlijn is in genoemde periode afgenomen. De mate van overschrijding is niet wezenlijk veranderd. In de Voordelta zijn de verschillen tussen TKL en BKL in de periode 1993-1995, ondanks de verschillende zandsuppleties, nagenoeg niet veranderd. Het aantal overschrijdingen van de basiskustlijn is licht gedaald. De mate van overschrijding is daarentegen enigszins toegenomen. In het mondingsgebied van de Westerschelde valt op dat het gemiddelde verschil tussen TKL en BKL niet wezenlijk verschilt van de mediaan. Vanwege het ontbreken van brede strandvlakten zijn de maximum waarden in dit watersysteem veel kleiner dan in de andere onderzochte watersystemen. In het mondingsgebied van de Westerschelde beweegt de te toetsen kustlijn zich langzaam in de richting van de basiskustlijn, waardoor de kans op overschrijdingen groter wordt. Uit de meetgegevens blijkt ook dat het aantal overschrijdingen in de periode 1993-1995 is toegenomen. De mate van overschrijding is geringer dan in de Hollandse Kustzone en de Voordelta en is in genoemde periode niet wezenlijk veranderd.

De resultaten van kustlijnmetingen worden sterk beïnvloed door de zandsuppleties die jaarlijks worden uitgevoerd. Zandsuppleties zorgen ervoor dat op lokaties waar de basiskustlijn werd overschreden, dit (een aantal jaren) niet meer zal gebeuren. Een verhoogde inspanning met betrekking tot zandsuppleties zal een afname van het aantal overschrijdingen van de basiskustlijn ten gevolg hebben. Het streefbeeld voor de ligging van de kustlijn houdt in dat de basiskustlijn nergens overschreden zal worden. Uit de resultaten blijkt dat de huidige toestand niet met het streefbeeld overeenkomt. De huidige kustlijn kan worden uitgedrukt als een percentage van het streefbeeld. Als definitie hiervoor wordt hierbij voorgesteld: "Het relatieve aantal raaien in een watersysteem waarvoor geldt: $TKL - BKL \geq 0$ ". Momenteel liggen deze waarden voor de Hollandse Kustzone, Voordelta en Westerschelde op respectievelijk 82%, 80% en 82%. De watersystemen verschillen in dit opzicht momenteel weinig van elkaar. De bestaande WSV-

Tabel 1:

Gegevens met betrekking tot de ligging van de te toetsen kustlijn (TKL) ten opzichte van de basiskustlijn (BKL).

TKL - BKL (m)	Hollandse kustzone			Voordelta			Westerschelde		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995
Gemiddeld	59	62	101	99	112	109	18	16	14
s.d.	171	163	234	222	251	246	25	23	23
Minimum	-69	-209	-93	-40	-47	-63	-16	-22	-18
Maximum	2023	1107	2397	1452	1485	1515	120	130	151
Mediaan	8	15	22	32	29	30	10	11	7
N ₁ (gemeten) ^a	864	880	922	281	266	280	102	138	135
N ₂ (niet gemeten) ^b	112	101	77	24	30	25	55	20	23
Overschrijdingen:									
Rel. aantal (%) ^c	27	21	18	21	21	20	12	18	18
Gem. afstand (m)	11	15	10	10	11	14	5	7	6

^a Het aantal raaien per watersysteem waarvoor een TKL werd vastgesteld en dat vervolgens is getoetst. De gepresenteerde meetwaarden zijn op deze raaien gebaseerd.

^b Het aantal raaien per watersysteem waarvoor geen TKL kon worden vastgesteld, omdat in direct voorgaande jaren een suppletie was uitgevoerd. Deze raaien konden daarom niet worden getoetst. Er mag echter worden aangenomen dat het verschil tussen de kustlijn en de basiskustlijn na suppletie een positieve waarde heeft. Het aantal niet getoetste raaien is wel meegenomen in de berekening van het percentage overschrijdingen.

^c Het relatief aantal overschrijdingen van de basiskustlijn per watersysteem werd als volgt berekend:

$$\text{Rel. aantal overschrijdingen} = \frac{N_{ov}}{N_1 + N_2} \times 100 \%$$

N_{ov} is het aantal raaien per watersysteem waar de basiskustlijn overschreden werd.

definitie: 'ligging kustlijn ten opzichte van de basiskustlijn in m' is niet bruikbaar. Een gemiddelde afstand van de te toetsen kustlijn in een watersysteem ten opzichte van de basiskustlijn geeft geen informatie met betrekking tot de kustveiligheid. Een lagere waarde voor (TKL - BKL) kan te prefereren zijn boven een hogere waarde, indien het percentage overschrijdingen van de basiskustlijn hierbij geringer is. Het verdient derhalve aanbeveling om de definitie zoals die momenteel binnen WSV gehanteerd wordt te wijzigen.

3.1.2 Natuurvriendelijke oevers

In tabel 2 zijn de oevers van de Nederlandse getijdewateren geïnclassificeerd in oevers met respectievelijk zonder vooroever. Oevers met vooroever zijn in principe natuurvriendelijk. Door uitbreiding van het areaal aan slik of schor kan hun ecologische waarde echter wel verder worden verhoogd. Bij de classificatie is echter alleen rekening gehouden met de lengte aan natuurvriendelijke oevers. Het oppervlak aan slik of schor is niet van invloed op de classificatie.

Tabel 2:

Classificatie van getijde-oevers in oevers met en oevers zonder vooroever (Vroom et al., 1991, m.u.v. data Grevelingenmeer).

	Lengte oevers	Oevers met vooroever		Oevers zonder vooroever	
Watersysteem	km	km	%	km	%
Eems-Dollard ^a	68.1	52.6	77.2	15.5	22.8
Waddenzee-oost	140.8	136.0	96.6	4.8	3.4
Waddenzee-west	165.0	88.4	53.6	76.6	46.4
Kustzone	242.3	232.4	95.9	9.9	4.1
Voordelta	103.1	85.5	82.9	17.6	17.1
Grevelingenmeer ^b	75.0	30.5	40.7	44.5	59.3
Oosterschelde	210.8	116.3	55.2	94.5	44.8
Westerschelde ^c	173.7	140.0	80.6	33.7	19.4
Totaal	1178.1	881.7	74.8	297.1	25.2

^a Alleen het Nederlands deel.

^b Geen getijde-oever, data afkomstig van Consemulder (1996) en topografische kaart Grevelingenmeer. Vooroever bestaat uit ondiepwatergebied.

^c Exclusief 16.7 km lange oever in het Sloegebied die niet is geïnclassificeerd.

De aanwezigheid van een soortenrijke, min of meer complete zonering van hard substraat levensgemeenschappen op dijkglooiingen zonder vooroever kan de totale lengte aan natuurvriendelijke oevers doen toenemen. Oevers waar een complete zonering aan hard substraat organismen aanwezig is worden ook wel kerngebieden genoemd (Van Berchum, 1995 en 1996). Kerngebieden en potentiële kerngebieden worden uitsluitend aangetroffen op oevers zonder vooroever. Dijken met vooroever liggen hoger in de getijdezone, zodat hard substraat levensgemeenschappen zich minder goed kunnen ontwikkelen. Potentiële kerngebieden kunnen zich tot kerngebieden ontwikkelen, indien de harde bekleding van de dijkglooiing wordt vervangen door een type dat betere kansen biedt aan hard substraat organismen om zich te vestigen en te ontwikkelen. Gegevens met betrekking tot dergelijke oevers staan samen-

gevat in tabel 3. Uit tabel 3 blijkt tevens dat er voor verschillende zoute watersystemen geen of onvoldoende kwantitatieve gegevens zijn met betrekking tot de begroeiing van harde substraten.

Tabel 3:

Classificatie van oevers zonder vooroevers in kerngebieden en potentiële kerngebieden. Kerngebieden worden als natuurvriendelijke oevers beschouwd.

Watersysteem	Kerngebieden		Potentiële kerngebieden	
	km	% ^a	km	% ^a
Eems-Dollard	0.0	0.0	g.d.	-
Waddenzee-oost	0.0	0.0	o.d.	(≤48.9)
Waddenzee-west	22.0	28.8	49.8	65.0
Kustzone	g.d.	-	g.d.	-
Voordelta	g.d.	-	g.d.	-
Grevelingenmeer	g.d.	-	g.d.	-
Oosterschelde	7.5	8.0	91.0	96.8
Westerschelde	3.5	10.3	8.0	23.8

- ^a Lengte als percentage van totale lengte aan oevers zonder vooroevers.
- g.d. geen data voorhanden m.b.t. ecologische waarde van harde structuren.
- o.d. onvoldoende data voorhanden. 2.5 km niet natuurvriendelijk; over de overige 2.4 km kan geen uitspraak gedaan worden wegens ontbreken van data.
- er kan geen percentage berekend worden vanwege het ontbreken van data.

Tabel 4:

Het huidig en potentieel bestand aan natuurvriendelijke oevers langs de Nederlandse zoute wateren.

Watersysteem	Natuurvriendelijke oevers huidige situatie		Natuurvriendelijke oevers potentiële situatie	
	km	%	km	%
Eems-Dollard	52.6	77.2	52.6	77.2
Waddenzee-oost	136.0	96.6	136.0	96.6
Waddenzee-west	110.4	66.9	138.2	83.8
Kustzone	232.4	95.9	232.4	95.9
Voordelta	85.5	82.9	85.5	82.9
Grevelingenmeer ^a	30.5	40.7	30.5	40.7
Oosterschelde	123.8	58.7	207.3	98.3
Westerschelde	143.5	82.6	148.0	85.2
Totaal	914.7	77.6	1030.5	87.5

In tabel 4 wordt de huidige en potentiële situatie met betrekking tot het bestand aan natuurvriendelijke oevers in de verschillende zoute watersystemen samengevat. Hierbij worden de selectiecriteria 'aanwezigheid vooroever' en 'kerngebieden' buiten beschouwing gelaten. Op dit moment kunnen ruim 77 % van de aanwezige oevers als natuurvriendelijk worden beschouwd. Bij gebruik van ecologisch meer verantwoorde materialen als dijkbekleding kan dit percentage toenemen tot ruim 87 %. Ongeveer 90 km aan harde waterkering zonder vooroever (≈ 7.6 % van de totale oevers of 30.3 % van de oevers zonder vooroever) kan wegens het ontbreken van gegevens niet op natuurvriendelijkheid worden geclassificeerd. Door het uitvoeren van aanvullende studies op deze locaties zouden de percentages aan natuurvriendelijke oevers voor enkele watersystemen verder kunnen toenemen. Alle gegevens staan grafisch weergegeven in figuur 2a en 2b.

Onderstaand volgt een korte beschrijving van de oevers van de verschillende onderzochte watersystemen.

Eems-Dollard

Ongeveer driekwart van de oevers van het Nederlands deel van het Eems-Dollard estuarium is natuurvriendelijk vanwege de aanwezigheid van een vooroever (slik of kwelder). De overige oevers betreffen de haven van Delfzijl en de Eemshaven, die uit hard substraat bestaan. Deze oevers zijn niet ecologisch geïnventariseerd. Een goed ontwikkelde zonering van hardsubstraat levensgemeenschappen is waarschijnlijk niet aanwezig, omdat deze ook in oostelijk deel van de Waddenzee niet werd aangetroffen. Het lijkt niet erg waarschijnlijk dat zich in de toekomst een dergelijke goed ontwikkelde zonering zal ontwikkelen, mede vanwege het feit dat het water van de Eems-Dollard behoorlijk slibrijk is. Om met meer zekerheid een uitspraak te kunnen doen is aanvullend onderzoek nodig ten aanzien van de huidige ecologische toestand en de geschiktheid van het harde substraat in de havens voor begroeiing door hardsubstraat levensgemeenschappen.

Waddenzee-oost

Bijna de gehele oever van het oostelijk deel van de Waddenzee heeft een vooroever in de vorm van slik of kwelder. Bij Lauwersoog bevindt zich een klein stukje oever die bestaat uit een harde waterkering zonder vooroever (± 4 % van de totale oever). Een deel hiervan is geïnventariseerd en is vanwege de onvolledige zonering aan hardsubstraat levensgemeenschappen ecologisch niet erg waardevol bevonden. Het ecologisch potentieel lijkt niet erg gunstig. Het haventje van Lauwersoog is niet geïnventariseerd. Net als in de Eems-Dollard is nader onderzoek nodig naar het gebruikte type materiaal en de aanwezige levensgemeenschappen. De omstandigheden in havens zijn, vanwege het ontbreken van slik aan de voet van de dijk, over het algemeen gunstiger dan in het gebied er net buiten.

Waddenzee-west

Het westelijk deel van de Waddenzee bestaat voor bijna 54 % uit oevers met vooroever. De overige oevers bestaan uit harde waterkeringen zonder vooroever. De Afsluitdijk neemt hiervan een groot deel voor haar rekening. Bijna 30 % van deze oevers kunnen worden gekenmerkt als kerngebieden, waar een soortenrijke, goed ontwikkelde zonering van hardsubstraatlevensgemeenschappen aanwezig is. Een verdere 36 % bestaat uit een soortenrijke, maar matig ontwikkelde zonering die zich in de toekomst mogelijk tot kerngebied zou kunnen ontwikkelen. Een inventarisatie van het type substraat waaruit de waterkeringen bestaan is slechts voor een beperkt aantal locaties uitgevoerd. Het is daarom niet mogelijk om in te schatten in hoeverre het type substraat de ontwikkeling van de aanwezige hardsubstraat levensgemeenschappen beperkt. Uit de beperkte inventarisatie van de substraattypen blijkt wel dat ecologisch ongeschikte materialen zoals asfalt-producten op diverse plaatsen als versterkingsmateriaal voor de waterkering is gebruikt.

Hollandse kustzone

De oevers van de Hollandse kustzone bestaan voor bijna 96 % uit duinen met voorliggende strandvlaktes. De resterende 4 % bestaat uit harde waterkeringen zonder vooroever (Hondsbossche Zee-wering, de havens van IJmuiden en Scheveningen, en de Noorderdam). Van deze harde waterkeringen is niet bekend of er een soortenrijke, volledige zonering van hardsubstraat levensgemeenschappen voorkomt. Gezien het geëxponeerde karakter van de zandige kustzone is het niet erg waarschijnlijk dat hardsubstraat levensgemeenschappen zich optimaal kunnen ontwikkelen. Uit een studentenrapport (Dodde & Nijdam, 1989) blijkt dat de soortendiversiteit op de onderzochte hardsubstraat locaties langs de Noordzeekust meestal beperkt was. Op locaties in de luwte (bijv. in havens) hebben hardsubstraat levensgemeenschappen betere kansen.

Voordelta

Ongeveer 83 % van de oevers in het Voordelta-gebied heeft een vooroever, bijna uitsluitend in de vorm van strand. De overige oevers (bijna 17 %) bestaan uit harde waterkeringen zonder vooroever (o.a. Haringvlietdam, deel van Brouwersdam, dijk bij Westkapelle). Deze zijn niet geïnventariseerd op de aanwezigheid en het ontwikkelingsstadium van hardsubstraat levensgemeenschappen. Qua ontwikkelingsmogelijkheden geldt hier hetzelfde als voor de Hollandse kustzone.

Grevelingenmeer

Ongeveer 40 % van de oevers van het Grevelingenmeer wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van ondiepwatergebieden. Dit zijn gebieden die langs de oever zo ondiep zijn dat steltlopers er kunnen foerageren. De ecologische functie van deze gebieden is vergelijkbaar met die van slikken of platen, die iedere getijdeperiode tijdelijk droog staan. Ondiepwatergebieden bevinden zich hoofdzakelijk langs de noordoever van het Grevelingenmeer. Het grootste deel van de

oevers ($\pm 60\%$) bestaat uit harde waterkeringen die direct aan dieper water grenzen. Deze oevers zijn niet geheel geïnventariseerd op de aanwezigheid van soortenrijke, complete hardsubstraat levensgemeenschappen. Het Grevelingenmeer is nog nooit volledig geïnventariseerd wat betreft het type oever en de begroeiing van de harde substraten. Ook de inschatting van de lengte aan oever met voorliggende ondiepwatergebieden is vrij ruw.

Oosterschelde

Ongeveer 55 % van de Oosterschelde-oevers is natuurvriendelijk vanwege de aanwezigheid van slik of schor. Van de overige oevers zonder vooroever heeft op dit moment slechts een klein gedeelte (8 %) een hoge ecologische waarde als kerngebied voor hardsubstraat levensgemeenschappen. Indien de dijkbekleding op diverse locaties wordt voorzien van materialen die ecologisch gezien geschikter zijn, kan het percentage aan kerngebieden toenemen tot maar liefst 97 %. Op dit moment is het type dijkbedekkingsmateriaal vaak de beperkende factor voor de ontwikkeling van hardsubstraat levensgemeenschappen.

Westerschelde

Ongeveer 80 % van de Westerschelde-oevers is natuurvriendelijk vanwege de aanwezigheid van slik of schor. De overige 20 % bestaat uit harde waterkering zonder vooroever. Hiervan wordt ongeveer 10 % geclassificeerd als kerngebied voor hardsubstraat levensgemeenschappen. Aangezien het water van de Westerschelde veel slibrijker is dan het water in de Oosterschelde zijn de kansen voor hardsubstraat levensgemeenschappen minder gunstig. Door gebruik van ecologisch meer verantwoorde dijkbedekkingsmaterialen kan het percentage aan kerngebieden aanzienlijk toenemen tot ruim 23 %.

Evaluatie

Driekwart van de oevers langs de Nederlandse zoute wateren kan door de aanwezigheid van een vooroever in de vorm van strand, slik of schor/kwelder als natuurvriendelijk worden beschouwd. Het overige kwart van de oevers bestaat uit een harde waterkering zonder vooroever, waarbij de begroeiing van de glooiing en de kreukelberm (teenbestorting) door hardsubstraat levensgemeenschappen bepalend is voor het natuurvriendelijke karakter. Door aanpassing van de dijkbekleding van met name de Oosterschelde en de westelijke Waddenzee kan het aandeel aan natuurvriendelijke oevers toenemen tot bijna 90 %.

Voor het beleid met betrekking tot natuurvriendelijke oevers zijn een tweetal zaken van belang:

[1] Behoud van natuurvriendelijke oevers.

Oevers met vooroever maken het grootste deel uit van de aanwezige natuurvriendelijke oevers. Het is derhalve zaak dat de aanwezigheid

van deze vooroevers waar mogelijk wordt gegarandeerd. Het is daarom wenselijk om bestaande slikken en schorren waar nodig tegen afslag te behoeden. De huidige classificatie is gebaseerd op de aanwezigheid van een vooroever en niet op het areaal aan vooroever. De ecologische waarde van een oever kan worden vergroot door het areaal aan vooroever te vergroten. Dit betekent echter niet dat de lengte aan natuurvriendelijke oevers hierdoor toeneemt. Ook de vooroevers van platen en eilanden in de watersystemen kunnen een hoge ecologische waarde hebben. Deze oevers zijn echter in de inventarisatiestudies, en daarom ook hier, buiten beschouwing gebleven.

[2] Uitbreiding van natuurvriendelijke oevers.

Een toename van de lengte aan natuurvriendelijke oevers door het ontstaan van nieuwe slikken en schorren langs oevers waar deze nu niet voorkomen lijkt vooral vanuit andere en bredere afwegingskaders dan natuurbeheer aan de orde. Daarbij gaat het veelal om compensatiemaatregelen. Grotere winst valt waarschijnlijk te behalen bij oevers zonder vooroever, waar de ecologische waarde wordt bepaald door de aanwezigheid van hardsubstraat levensgemeenschappen. Indien ecologisch slecht functionerende dijkbeschermingsmaterialen zoals asfaltprodukten en bepaalde betonelementen zouden worden vervangen door materialen met een hogere ecologische potentie (b.v. Basalton ECOzuil), dan kan het aandeel aan natuurvriendelijke oevers met 10 % toenemen (zie tabel 4). De huidige classificatie is gebaseerd op gegevens betreffende 92,4 % van alle oevers. De resterende oevers, zonder vooroever, zouden systematisch onderzocht dienen te worden op de aanwezigheid van soortenrijke hardsubstraat levensgemeenschappen. Het Grevelingenmeer zou hier als eerste voor in aanmerking komen, aangezien een groot deel van de oevers in dit watersysteem niet geclassificeerd kon worden.

3.1.3 Oppervlakte intergetijdegebied

In deze paragraaf zal het areaal aan intergetijdegebieden en, voor zover gegevens voorhanden waren, de historische ontwikkeling ervan in de verschillende zoute watersystemen worden beschreven. Als doelvariabelen voor de zoute wateren zijn alleen het totale oppervlak aan intergetijdegebied en het oppervlak aan schorren / kwelders van belang. Indien echter gegevens met betrekking tot de oppervlakten aan slikken en platen voorhanden waren worden deze ook vermeld. De precieze waarden staan samengevat in tabel 5. Historische trends zijn grafisch weergegeven in figuur 3.

Westerschelde

In de periode vanaf 1931 is het areaal aan slikken en schorren gestaag afgenomen (figuur 3a). Dit was voornamelijk het gevolg van de verschillende inpolderingen. Daarnaast is er op lokaal niveau sprake van afslag en aangroei. Wanneer het verlies door inpolderingen buiten beschouwing wordt gelaten, is het areaal aan schor zelfs sterk toegenomen. Dit ging wel ten koste van slikareaal. Het

areaal aan platen is door natuurlijke morfologische processen en door het storten van zand op diverse lokaties de afgelopen tientallen jaren langzaam toegenomen. De prognose voor de komende 25 jaar wordt sterk beïnvloed door de komende verdieping van de Westerschelde. Er wordt verwacht dat de arealen aan slik en schor een lichte daling zullen laten zien, terwijl het areaal aan platen verder zal toenemen. In het mondingsgebied van de Westerschelde is verder een areaal van 430 ha aan strandvlakte in het intergetijdegebied aanwezig. Dit areaal is in tabel 5, vanwege de geringe omvang en het ontbreken van historische gegevens, niet bij het totale oppervlak meegenomen.

Oosterschelde

Sinds de aanleg van de stormvloedkering en door de compartimentering is het areaal aan intergetijdegebied in de Oosterschelde met ruim 35 % afgenomen. Het oppervlak aan schorren is zelfs met meer dan 60 % verminderd. Het geringere areaal aan intergetijdegebied is het resultaat van een verminderd getijregime. Er is momenteel sprake van een continue erosie van de intergetijdegebieden, waardoor naar verwachting het areaal aan slikken en schorren in de komende dertig jaar met nog eens 15 % zal afnemen (Nienhuis & Smaal, 1994).

Grevelingen

In tegenstelling tot de Oosterschelde werd het Grevelingenbekken in 1971 in zijn geheel van de Noordzee afgesloten. Nadat in 1965 de zoetwatertoevoer naar het bekken reeds was gestremd, waardoor het estuariene karakter van het bekken verdween, werd de uitwisseling met de Noordzee na voltooiing van de Brouwersdam in 1971 tot nul gereduceerd. Voor afsluiting van het Grevelingenbekken besloeg het intergetijdegebied een areaal van 6700 ha. Na de afsluiting was er geen sprake meer van intergetijdegebieden. De schorren werden niet langer periodiek overspoeld, en de voormalige slikken werden grotendeels ondiepwatergebieden. Dit verlies aan intergetijdegebieden is permanent, tenzij in de toekomst de getijdeinvloed weer (gedeeltelijk) zou worden hersteld.

Voordelta

In de Voordelta is een relatief gering areaal aan schor aanwezig. Vroeger is dit areaal groter geweest, maar hier zijn geen kwantitatieve gegevens van. Een voorbeeld van de achteruitgang is het schorrengebied 'De Beer', dat plaats heeft moeten maken voor de Maasvlakte. Bij de Slufter is daar echter wel nieuw schor voor in de plaats gekomen. Het grootste deel van het intergetijdegebied bestaat uit strand, d.w.z. dat deel van het strand tussen de GLW- en GHW-lijn. In de afgelopen dertig jaar is dit areaal in geringe mate ($\pm 10\%$) in omvang toegenomen.

Tabel 5: Historische ontwikkeling van de intergetijdegebieden.

Watersysteem	Jaar	Oppervlakte (ha)				Referentie
		Slik	Schor	Plaat	Totaal	
Westerschelde	1931	5692	3911	4182	13785 ⁴	Huijs, 1995
	1961	4258	3516	4477	12251 ⁴	Vroon <i>et al.</i> , 1996
	1990	3334	2538	4932	10804 ⁴	Vroon <i>et al.</i> , 1996
	2016	3300	2480	5150	10930 ⁴	Vroon <i>et al.</i> , 1996
Oosterschelde	1980	17000 ¹	1725		18725	Smaal & Boeije, 1991
	1990	11365 ¹	643		12008	Smaal & Boeije, 1991
Grevelingen	1970	6300 ¹	400		6700	Anonymus, 1980
	1980	0 ²	0		0	Anonymus, 1980
Voordelta	1964			1132 ³		Berekend m.b.v. Kalf & Walburg, 1995 en Vroom <i>et al.</i> , 1991 / Eertman & Smaal, 1995a (schor)
	1978			1140 ³		
	1992		290	1252 ³	1542	
Kustzone	1964			2070 ³		Berekend m.b.v. Kalf & Walburg, 1995 en Vroom <i>et al.</i> , 1991.
	1978			2360 ³		
	1992			2275 ³	2275	
Waddenzee-west	1600		1974			Dijkema, 1987
	1700		3289			Dijkema, 1987
	1800		8947			Dijkema, 1987
	1860		711			Dijkema, 1987
	1925		658			Dijkema, 1987
	1985 ⁵		395			Dijkema, 1987
	1992				69400	Philippart, 1992
Waddenzee-oost	1600		11490			Dijkema, 1987 + 1996
	1700		10836			Dijkema, 1987 + 1996
	1800		9266			Dijkema, 1987 + 1996
	1860		5165			Dijkema, 1987 + 1996
	1925		3990			Dijkema, 1987 + 1996
	1985 ⁵		4858			Dijkema, 1987 + 1996
	1992				55400	Philippart, 1992
Eems-Dollard	1600		3510			Dijkema, 1996
	1700		1400			Dijkema, 1996
	1800		1260			Dijkema, 1996
	1860		1730			Dijkema, 1996
	1925		1010			Dijkema, 1996
	1985 ⁵		800			Dijkema, 1996
	1989				20000	Wadatlas, 1989

¹ Oppervlakte slik + plaat.² Er is een areaal van 5600 ha ondiepwatergebied aanwezig, waarvan de biologische functie vergelijkbaar is met die van slikken in getijdewateren.³ Intergetijdegebied bestaat alleen uit strand.⁴ 430 ha aan intergetijdegebied in de strandzone niet meegerekend.⁵ Geen data na 1985. Er zijn geen redenen om aan te nemen dat de huidige kwelderarealen wezenlijk anders zijn dan in 1985.

Kustzone

In de Kustzone bestaat het intergetijdegebied alleen uit strand. Net als in de Voordelta is het areaal aan intergetijdegebied in de afgelopen dertig jaar met ongeveer 10% toegenomen.

Waddenzee-west

Het totale oppervlak aan intergetijdegebied in de westelijke Waddenzee bedraagt momenteel bijna 70000 ha. Hoe dit totale oppervlak in de loop der tijd is veranderd is niet bekend. De veranderingen in het areaal aan kwelders is in kaart gebracht vanaf het jaar 1600. In de periode 1600 - 1800 is het areaal sterk toegenomen tot een maximum van ongeveer 9000 ha. Het overgrote deel van dit areaal bestond uit eilandkwelders, met name op Texel en rondom het voormalige eiland Wieringen. Sindsdien hebben inpolderingen het areaal aan kwelders snel doen afnemen. Het huidige areaal van zo'n 400 ha is slechts een fractie van wat het ooit geweest (figuur 3b). Vanwege het bijna ontbreken van hoog liggende wadplaten en de geringe getijamplitude is er weinig kans op nieuwe kwelderontwikkeling van enige omvang (Dijkema, 1987).

Waddenzee-oost

Het totale oppervlak aan intergetijdegebied in het oostelijk deel van de Waddenzee bedraagt momenteel ruim 55000 ha. Net als in het westelijk deel van de Waddenzee is het areaal aan kwelders sinds 1600 door inpolderingen drastisch verminderd (figuur 3b). Een dieptepunt werd bereikt in 1925 toen het kwelderareaal een omvang van ongeveer 4000 ha had. Rond 1935 startte een groot project van kwelderwerken, toen nog landaanwinningswerken genoemd. Het huidige areaal van bijna 4900 ha is vergelijkbaar met de situatie in 1860. Vanwege de grotere getijamplitude en een meer beschutte ligging zijn de omstandigheden voor kwelderontwikkeling in de oostelijke Waddenzee gunstiger dan in het westelijk deel (Dijkema, 1987). In het gebied tussen Holwerd en Zwarte Haan worden zomerpolders over een lengte van 23 km omgevormd tot kwelders, waardoor het areaal aan kwelders in de komende jaren met ca. 1000 ha zal toenemen (Eertman & Smaal, 1995b).

Eems-Dollard

Analoog aan de ontwikkelingen in de Waddenzee is het areaal aan kwelders in het Nederlands deel van het Eems-Dollard estuarium afgenomen van ruim 5500 ha in 1600 tot 800 ha nu (figuur 3b). Het totale areaal aan intergetijdegebieden in de Eems-Dollard bedraagt momenteel 20000 ha.

3.1.4 Getijvolume

Betrouwbare gegevens met betrekking tot de historische ontwikkeling van het getijvolume in de Nederlandse estuaria zijn schaars. Er zijn voornamelijk metingen verricht op momenten dat er grote ingrepen in een watersysteem werden uitgevoerd. Per water-

systeem worden de ontwikkelingen beknopt weergegeven. De gegevens staan samengevat in tabel 6.

Westerschelde

Het getijvolume in de Westerschelde bedraagt momenteel 1100 miljoen m³. Ondanks de forse ingrepen (inpolderingen) die deze eeuw in de Westerschelde zijn uitgevoerd is het getijvolume in de monding van de Westerschelde niet wezenlijk veranderd (Vroon *et al.*, 1996b).

Oosterschelde

De ontwikkeling van het getijvolume in de Oosterschelde is in sterke mate bepaald door de aanleg van de stormvloedkering en de afsluiting van het Grevelingenbekken. In de oude open Oosterschelde bedroeg het getijvolume in 1959 1130 miljoen m³. Na voltooiing van de Grevelingendam in 1964 was er geen verbinding meer tussen de Oosterschelde en de Grevelingen. Het getijvolume in de monding van de Oosterschelde nam hierdoor toe tot 1180 miljoen m³. Nadat het Grevelingenbekken helemaal van de Noordzee was afgesloten bereikte het getijvolume in de Oosterschelde in 1972 een maximum van 1250 miljoen m³. Na voltooiing van de stormvloedkering in 1987 verminderde het getijvolume in het bekken tot 840 miljoen m³ (Vroon, 1994).

Grevelingen(meer)

In het open Grevelingenbekken bedroeg het getijvolume 360 miljoen m³. Doordat de Grevelingen door de aanleg van de Brouwersdam volledig van de Noordzee werd afgesneden is er geen sprake meer van een getijdewater.

Tabel 6:
Getijvolumina in de Nederlandse zoute watersystemen.

Watersysteem	Jaar	Getijvolume (10 ⁶ m ³)	Referentie
Westerschelde	1900	1100	Vroon <i>et al.</i> , 1996
	1995	1100	Vroon <i>et al.</i> , 1996
Oosterschelde	1959	1130	Vroon, 1994
	1964	1180	Vroon, 1994
	1972	1250	Vroon, 1994
	> 1987	840	Vroon, 1994
Grevelingen(meer)	1970	360	Nienhuis, 1985
	> 1971	0	
Waddenzee-west	1989	2339	Wadatlas, 1989
Waddenzee-oost	1989	1039	Wadatlas, 1989
Eems-Dollard	1989	1000	Wadatlas, 1989

Waddenzee (west en oost)

Het getijvolume in het westelijk en oostelijk deel van de Waddenzee bedraagt respectievelijk 2339 en 1039 miljoen m³ (Wadatlas, 1989).

Eems-Dollard

Het getijvolume in het Eems-Dollard estuarium bedraagt momenteel 1000 miljoen m³ (Wadatlas, 1989).

3.2 Habitat-amoebes

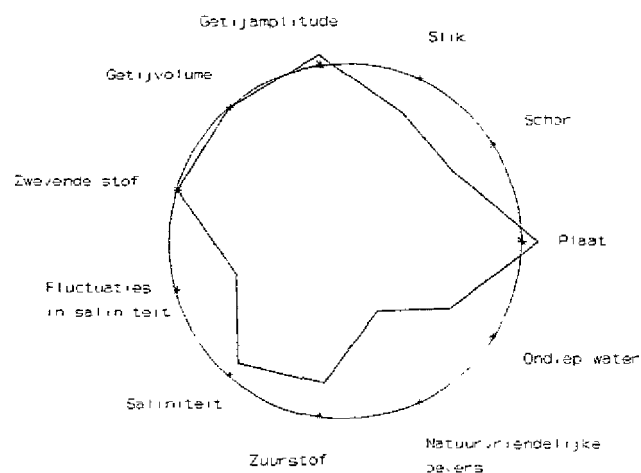
Op de volgende pagina's worden habitat-amoebes gepresenteerd voor respectievelijk de Westerschelde en het Grevelingenmeer. De precieze gegevens die staan vermeld in de tabellen 7 en 8 zijn tevens grafisch weergegeven in de bekende amoebe-presentatie.

De amoebe voor de Westerschelde laat zien dat de huidige situatie van het watersysteem een achteruitgang vertoont ten opzichte van het referentiejaar. Niet alleen is het estuariene karakter van het watersysteem verminderd, ook de fluctuaties in de saliniteit zijn minder groot dan vroeger. Het estuarium is in dit opzicht minder dynamisch geworden. Het areaal aan slikken, schorren en ondiep-watergebieden, belangrijke habitats voor o.a. bodemdieren en vogels, is afgenomen. Alleen het plaatoppervlak is toegenomen. De totale lengte aan natuurvriendelijke harde oevers is relatief gering, maar kan door het toepassen van betere dijkbekledingsmaterialen aanzienlijk toenemen. De situatie met betrekking tot de zuurstof-concentratie is met name in het oostelijk deel van de Westerschelde duidelijk verbeterd. Een verdere verbetering is echter noodzakelijk en ook haalbaar. De getijamplitude is in de afgelopen eeuw iets toegenomen, terwijl het getijvolume niet aantoonbaar veranderd is.

De amoebe van het Grevelingenmeer laat zien dat dit watersysteem in weinig opzichten meer lijkt op het vroegere systeem. Een vergelijking met de referentiesituatie lijkt daarom weinig zinvol. Het water in het Grevelingenmeer is zeer helder en kent een zeer stabiele, hoge, saliniteit. Voor sommige habitats (b.v. zeegrasvelden) zou een terugkeer naar de situatie zoals die was in de eerste jaren na de afsluiting (een lagere saliniteit die wat meer fluctueerde) gunstig zijn. De geringe waterstroming en de zeer lage concentraties zwevende stof zijn minder gunstig voor b.v. bodemdieren en hardsubstraat organismen. In de toekomst zou wellicht overwogen kunnen worden om de getijdeinvloed in beperkte mate te herstellen. Een (gering) herstel van de intergetijde- en/of estuariene dynamiek zou habitats ten goede komen.

Tabel 7: Habitat-amoebe Westerschelde

Parameter	Waarde in peiljaar	Peiljaar	Waarde in referentiejaar	Referentiejaar	Potentiële of streefwaarde	Huidige situatie ¹ (%)
Slik (ha)	3334	1990	4258	1960		78.3 R
Schor (ha)	2538	1990	3516	1960		72.2 R
Plaat (ha)	4932	1990	4477	1960		110.2 R
Ondiep water ² (ha)	3165	1990	4459	1960		71.0 R
Natuurvriendelijke harde oevers ³ (km)	3.5	1995			8.0	43.8 P
Zuurstof ⁴ (mg.L ⁻¹)	6.0 - 8.8	1992-1993	4.1 - 8.7	1974-1975	>7.5 ⁹	80.0 P
Saliniteit ⁵ (‰)	11.5 - 30.1	1992-1993	11.0 - 27.8	1968-1969		93.4 R
Δ Sal. ⁶ ((sd/x) * 100%)	15.1 $\pm$ 9.6	1992-1993	23.6 $\pm$ 14.2	1968-1969		64.0 R
Zwevende Stof ⁷ (mg.L ⁻¹)	47.4 $\pm$ 33.6	1992-1993	61.7 $\pm$ 42.7	1982-1983	zie ¹⁰	100.0 P
Getijvolume ⁸ (10 ⁶ m ³)	1100	1995	1100	1900		100.0 R
Getijamplitude (m)	3.8 - 4.9	1990	3.7 - 4.6	1920		104.5 R

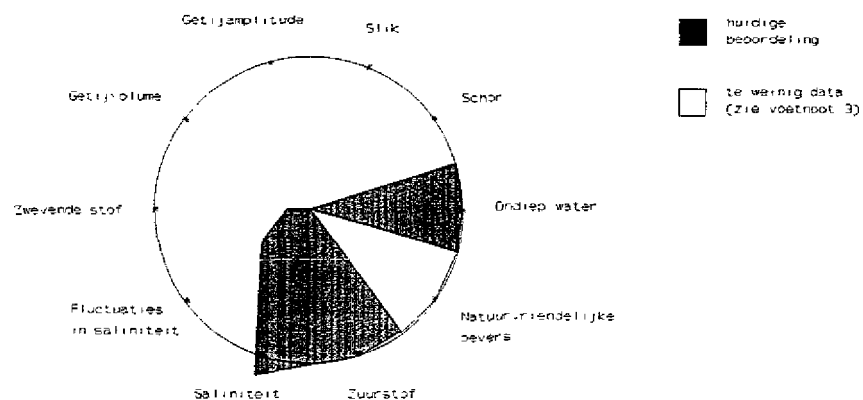


Voetnoten:

- 1 Indien de huidige situatie wordt beoordeeld aan de hand van een referentie-waarde, dan wordt de berekende waarde gevolgd door de letter R. Is de huidige situatie beoordeeld aan de hand van een potentiële waarde die in de toekomst haalbaar zou moeten zijn, dan wordt de berekende waarde gevolgd door de letter P.
- 2 Gebied gelegen tussen NAP-5m en NAP-2m.
- 3 Harde waterkering zonder vooroever waarop soortenrijke, min of meer complete zonering van hardsubstraat levensgemeenschappen voorkomen (zie Tabel 3). De potentiële waarde kan bereikt worden wanneer adequate maatregelen genomen worden (zie § 3.2).
- 4 De range aan gemiddelde zuurstofconcentraties, die wordt bepaald door de stations met de laagste en hoogste gemiddelde O₂-concentratie gemeten over de genoemde periode van twee jaar. De streefwaarde is afgeleid uit een vergelijkend onderzoek van Cadeé (1994), waaruit bleek dat in het estuarium van de Humber (U.K.) de gemiddeld laagste O₂-concentratie 7.5 mg.L⁻¹ bedroeg.
- 5 De range aan gemiddelde saliniteitswaarden in de Westerschelde tussen de meetstations Bath en Vlissingen gedurende de genoemde periode van twee jaar. Het estuarien karakter van het watersysteem wordt beoordeeld aan de hand van de verschuiving in saliniteit bij Vlissingen in vergelijking tot de volledig mariene situatie (= 35 ‰). De huidige situatie wordt met behulp van de formule $100 - [(\Delta S/35) * 100\%]$ in een waarde uitgedrukt. De situatie in het referentiejaar wordt hierbij op 100 % gesteld.
- 6 De gemiddelde fluctuaties $\pm$ s.d. in de saliniteit op de meetstations Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath als percentage van de gemiddelde waarde gedurende de genoemde periode van twee jaar.
- 7 Gemiddelde waarde $\pm$ s.d. over de vier meetstations Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath gedurende de genoemde tijdsperiode van twee jaar.
- 8 Estuariummonding. Zie § 3.4. Volgens Vroon (*pers. comm.*) is getijvolume in de afgelopen eeuw niet aantoonbaar veranderd.
- 9 In een studie waarbij verschillende Europese estuaria met elkaar werden vergeleken (Cadeé, 1994) bleek, dat de zuurstofconcentraties in delen van de estuaria erg laag (< 3 mg/L) kan zijn. Het beste scoort de Humber (U.K.) waar de minimale zuurstofconcentratie 7.5 mg/L bedraagt. Deze waarde is als streefwaarde gekozen voor de Westerschelde.
- 10 In een studie waarbij verschillende Europese estuaria met elkaar werden vergeleken (Cadeé, 1994) bleek, dat de concentraties zwevende stof erg kunnen variëren waarbij de Westerschelde een middenpositie inneemt. Er bestaat geen reden om een streefwaarde voor te stellen die afwijkt van de concentraties zoals die nu gemeten worden. De huidige situatie kan daarom met 100 % beoordeeld worden.

Tabel 8: Habitat-amoebe Grevelingenmeer

Parameter	Waarde in peiljaar	Peiljaar	Waarde in referentiejaar	Referentiejaar	Potentiële of streefwaarde	Huidige situatie ¹ (%)
Slik (ha)	0	1995	6300	1970		0.0 R
Schor (ha)	0	1995	400	1970		0.0 R
Ondiep water ² (ha)	4000	1995	<4000	<1971		100.0 R
Natuurvriendelijke harde oevers ³ (km)	g.d.		g.d.			0 - 100 ³
Zuurstof ⁴ (mg.L ⁻¹)	8.9 - 9.2	1992-1993	9.3 - 9.8	1972-1973	zie ⁴	100.0 S
Saliniteit ⁵ (‰)	30.2 - 30.6	1992-1993	25.8 - 25.8	1974-1975	zie ⁵	117.8 R
Δ Sal. ⁶ ((sd/x) * 100%)	1.9 ± 0.2	1992-1993	6.5 ± 0.2	1974-1975		28.9 R
Zwevende Stof ⁷ (mg.L ⁻¹)	3.7 ± 2.0	1992-1993	27.1 ± 15.0	1974-1975		13.7 R
Getijvolume ⁸ (10 ⁶ m ³)	0	1995	360	<1971		0.0 R
Getijamplitude (m)	0.04	1995	2.50	<1971		1.6 R



Voetnoten:

- ¹ Indien de huidige situatie wordt beoordeeld aan de hand van een referentie-waarde, dan wordt de berekende waarde gevolgd door de letter R. Is de huidige situatie beoordeeld aan de hand van een potentiële waarde die in de toekomst haalbaar zou moeten zijn, dan wordt de berekende waarde gevolgd door de letter P.
- ² Ondieper dan 1.50 m (Visser, 1995)
- ³ Harde waterkering zonder vooroever waarop soortenrijke, min of meer complete zonering van hardsubstraat levensgemeenschappen voorkomen (zie Tabel 3). De begroeiing van harde substraten langs het Grevelingenmeer is nog nooit volledig geïnventariseerd. Deze parameter kan derhalve niet worden gekwantificeerd en kan theoretisch variëren van 0 - 100 %.
- ⁴ De range aan gemiddelde zuurstofconcentraties, die wordt bepaald door de stations met de laagste en hoogste gemiddelde O₂-concentratie gemeten over de genoemde periode van twee jaar. De huidige waarden zijn weliswaar een fractie lager dan 20 jaar geleden, maar de huidige O₂-concentraties zijn voor soorten niet beperkend. Er dient te worden opgemerkt dat de genoemde waarden O₂-concentraties van het oppervlaktewater betreft. Door stratificatie zou er op grotere diepte wel een zuurstoftekort kunnen ontstaan.
- ⁵ De range aan gemiddelde saliniteitswaarden in het Grevelingenmeer tussen de meetstations Scharendijke, Dreischor en Bruinisse gedurende de genoemde periode van twee jaar. Ook in de referentieperiode was het Grevelingenmeer reeds een afgesloten watersysteem. Momenteel hanteert de beheerder een streefwaarde van minimaal 28.8 ‰. Een ombuiging in de saliniteit naar waarden zoals die 20 jaar geleden voorkwamen lijkt wenselijk, doordat dit meer kansen biedt aan habitats die zich goed ontwikkelen in een meer estuarine omgeving.
- ⁶ De gemiddelde fluctuaties $\pm$ s.d. in de saliniteit op de meetstations Scharendijke, Dreischor en Bruinisse als percentage van de gemiddelde waarde gedurende de genoemde periode van twee jaar.
- ⁷ Gemiddelde waarde $\pm$ s.d. over de drie meetstations Scharendijke, Dreischor en Bruinisse gedurende de genoemde tijdsperiode van twee jaar.
- ⁸ Estuariummonding. Zie § 3.4.

4. Conclusies

Ligging kustlijn t.o.v. de basiskustlijn

De huidige WSV-definitie, waarbij de ligging van de kustlijn wordt weergegeven in m ten opzichte van de basiskustlijn, blijkt geen juiste beoordeling van de kustveiligheid op te leveren. Als alternatieve definitie wordt voorgesteld: "Het relatief aantal raalen in een watersysteem waarvoor geldt: $TKL - BKL \geq 0$ ", een maat voor het aantal overschrijdingen van de basiskustlijn. Momenteel liggen de waarden voor de Hollandse Kustzone, de Voordelta en de Westerschelde op respectievelijk 82 %, 80 % en 82 %.

Natuurvriendelijke oevers

Bij verschillende studies waarbij getijde-oevers op hun natuurvriendelijkheid werden beoordeeld is geen eenduidige methodiek gehanteerd. Een vergelijking tussen watersystemen zou eenvoudiger en betrouwbaarder zijn indien dit wel het geval zou zijn geweest. Oevers met vooroevers worden per definitie als natuurvriendelijk beschouwd. Ongeveer driekwart van de getijde-oevers bestaat uit een dergelijk oevertype. De classificatie zou verder verbeterd kunnen worden indien niet (alleen) de oeverlengte van oevers met voorliggende vooroever in de classificatie betrokken wordt maar ook de arealen aan vooroevers. De aanwezigheid en het ontwikkelingsstadium van hardsubstraat levensgemeenschappen is bepalend voor de natuurvriendelijkheid van oevers zonder een vooroever. Door het vervangen van ecologisch slecht functionerende dijkbeschermingsmaterialen door materialen met een hogere ecologische potentie (met name in de Oosterschelde en de westelijke Waddenzee) kan het aandeel aan natuurvriendelijke oevers doen toenemen tot bijna 90 %. Ongeveer 8 % van de oevers van de Nederlandse zoute watersystemen, waaronder die van het Grevelingenmeer, is niet geclassificeerd en kan derhalve niet op natuurvriendelijkheid worden beoordeeld.

Oppervlakte intergetijdegebied

De hoeveelheid historische gegevens met betrekking tot de oppervlakte aan intergetijdegebieden verschilt erg per watersysteem. Er kan worden geconcludeerd dat de arealen aan intergetijdegebieden in de verschillende watersystemen in de loop der tijd door inpolderingen of de aanleg van waterbouwkundige werken erg is afgenomen. In de Westerschelde is het areaal aan slik en schor sinds 1931 erg afgenomen, terwijl het areaal aan platen juist is toegenomen. In de Oosterschelde is sinds de aanleg van de stormvloedkering een derde van het intergetijdegebied verdwenen. De Grevelingen verloor door de afsluiting al haar intergetijdegebied. Het intergetijdegebied in

de Hollandse Kustzone en de Voordelta bestaat hoofdzakelijk uit strandvlakte. De arealen hiervan zijn in de afgelopen dertig jaar niet wezenlijk veranderd. In zowel de westelijke als de oostelijke Waddenzee en de Eems-Dollard zijn de kwelderarealen in de afgelopen eeuwen door inpolderingen zeer sterk gereduceerd. In de oostelijke Waddenzee is door het omvormen van zomerpolders in kwelders in de komende jaren een wezenlijke toename in kwelderareaal te verwachten.

Getijvolume

Per watersysteem worden de getijvolumes gerapporteerd. Historische gegevens zijn voor de meeste watersystemen niet voorhanden. Van de Westerschelde kan gezegd worden dat het getijvolume in de afgelopen eeuw niet aantoonbaar is veranderd. In de Oosterschelde is het getijvolume door de aanleg van de stormvloedkering met een derde verminderd.

5. Dankbetuiging

Ik wil Kees Dijkema (IBN, Texel) bedanken voor het beschikbaar stellen van gegevens met betrekking tot de historische ontwikkeling van het kwelderareaal in de Eems-Dollard. Verder ben ik dank verschuldigd aan Gilles Wattel (RIKZ) voor het aanleveren van waterkwaliteitsgegevens uit het databestand DONAR. Ten slotte wil ik Anton van Berchum (Bureau Waardenburg) bedanken voor de gevoerde discussies met betrekking tot de classificatie van natuurvriendelijke oevers.

6. Literatuurlijst

Anonymus (1980) Geomorfologische veranderingen op de eilanden en oeverlanden in het Grevelingenmeer. Driemaandelijks bericht Deltawerken, Nr. 93, 157-165.

Van Berchum, A.M., Coosen, J. & Meijer, A.J.M. (1995) Natuurvriendelijke waterkeringen langs de Oosterschelde. Handreiking voor integraal beheer. Rapport van RIKZ (nr. 95.006) en Bureau Waardenburg (nr. 94.50), 58 p. + kaarten.

Van Berchum, A.M., Coosen, J. & Meijer, A.J.M. (1996) Natuurvriendelijke waterkeringen langs de Westerschelde. Handreiking voor integraal beheer. Rapport RIKZ-95.54 / Bureau Waardenburg 95.57, 49 p. + kaarten.

Consemulder, J. (1996) Oeverontwikkelingen Grevelingenmeer periode 1990-1995. Werkdocument RIKZ/AB-96.807x, 6 p.

Dijkema, K.S. (1987) Changes in salt-marsh area in the Netherlands Wadden Sea after 1600. In: Vegetation between land and sea. Huiskes, A.H.L., Blom, C.W.P.M. & Rozema, J. (Eds.) Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, pp. 42- 49.

Dijkema, K.S. (1996) Persoonlijke mededeling van gegevens die betrekking hebben op de historische ontwikkeling van het kwelderareaal in het Nederlands deel van het Eems-Dollard estuarium. Deze gegevens maken deel uit van het oostelijk deel van de Waddenzee in Dijkema (1987).

Dillingh, D. & Heinen, P.F. (1994) Zeespiegelstijging, getijverandering en deltavelligheid. Rapport RIKZ-94.026.

Dodde, W. & Nijdam, D. (1989) Een inventarisatie van de flora en fauna van strekdammen aan de Nederlandse Noordzeekust. Afstudeerverslag Van Hall Instituut in opdracht van RWS, Dienst Getijdewateren, 48 p. + bijlagen.

Eertman, R.H.M. & Smaal, A.C. (1995a) Habitat karakterisering van de Nederlandse kustwateren. Rapport RIKZ-95.042, Rapport NIOO-CEMO 1995-02, 97 p.

Eertman, R.H.M. & Smaal, A.C. (1995b) RIKZ-Inrichtingsonderzoek: Verkenningennota, Rapport RIKZ-95.064, RIKZ / NIOO-CEMO, 38 p.

Fortuin, A. (1989) De ontwikkeling en bescherming van oevers in afgesloten zeearmen. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg, 36 p.

Hillen, R., de Rul, J.H.M., Roelse, P. & Hallie, F.P. (1991) De basiskustlijn, een technisch/morfologische uitwerking. DGW-nota GWWS-91.006.

Hoppe, W.F. & Wolters, E.A.R.M. (1991) Globale ecologische inventarisatie en waardering van de dijken langs de Waddenzee. Rapport LB&P in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Haren, 23 p. + 8 bijlagen.

Huijs, S.W.E. (1995) Geomorfologische ontwikkeling van het intergetijdegebied in de Westerschelde. Institute for Marine and Atmospheric Research, Utrecht, Rapport nr. 95-3, 58 p. + bijlagen.

Kalf, R. & Walburg, L. (1995) Gemiddelde strandbreedte erosieve kustvakken vanaf 1964. Werkdocument RIKZ/OS-95.102x, 49 p.

Kustlijnkaarten 1993 Rapport DGW -93.021.

Kustlijnkaarten 1994 Rapport RIKZ-94.013.

Kustlijnkaarten 1995 Rapport RIKZ-95.028.

Luiten, J.P.A. & van Buuren, J.T. (1994) Watersysteemverkenningen 1996. Watersystemen en doelvariabelen voor de watersysteemverkenningen. De Nederlandse watersystemen kwantitatief bekend. RIZA nota 94.019 / Rapport RIKZ-94.016, 93 p.

Meijer, A.J.M. (1990) Oevertypen en hardsubstraatlevensgemeenschappen in de getijdezone van de Westerschelde, kartering 1990. Bureau Waardenburg rapport 90.25 in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, 31 p. + bijlagen en figuren.

Meijer, A.J.M. (1989) Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdezone van de Oosterschelde: Ecologische waardering dijkvakken. Bureau Waardenburg rapport 89.20 in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, 17 p. + bijlagen.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1990) Kustverdediging na 1990, Beleidskeuze voor de Kustlijnverzorg. Tweede Kamer 1989-1990, 21 136, nrs. 5-6.

Nienhuis, P.H. & Smaal, A.C. (1994) The Oosterschelde estuary, a case study of a changing ecosystem: an introduction. Hydrobiologia 282/283, 1-14.

Nienhuis, P.H. (1985) Het Grevelingenmeer. In: Het Grevelingenmeer, van estuarium naar zoutwatermeer, P.H. Nienhuis (Ed.), Natuur en Techniek, Maastricht, p. 10-29.

RIKZ (1994) Kustlijnkaarten 1994. Rapport RIKZ-94.013.

Smaal, A.C. & Boeije, R.C. (1991) Veilig getij. De effecten van de waterbouwkundige werken op het getijdemilieu van de Oosterschelde. Nota GWWS-91.088 DGW/directie Zeeland, Middelburg.

Topografische kaart Grevelingenmeer, schaal 1 : 25000, kaart-nummer 74.5.083.

Visser, J. (1995) Het Grevelingenmeer, natuurlijk ingericht. Achtergronden van 25 jaar inrichting en beheer. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Flevobericht 378.

Vroom, M.G., Coosen, J. & Hallie, F. (1991) Kansen voor oevers in getijdewateren. Inventarisatie en advies. RIKZ-nota GWWS-91.062.

Vroon, J., Storm, C., Uit den Bogaard, L.A. & Coosen, J. (1996a) Habitat arealen in de Westerschelde: veranderingen tussen 1960 en 1990 en een prognose voor de toestand na de komende verdieping. Werkdocument RIKZ/AB-96.815x, 27 p. + kaarten.

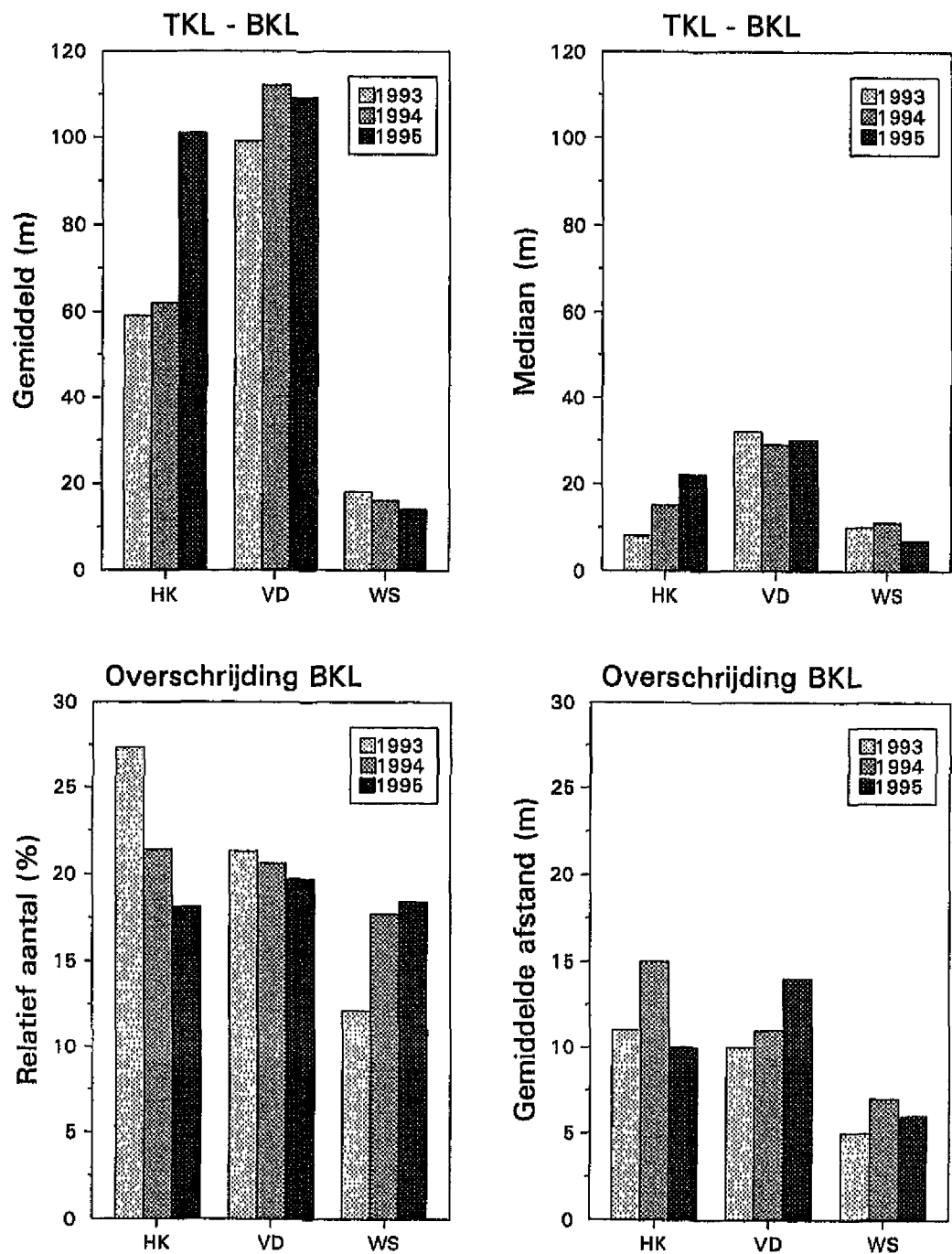
Vroon, J. et al. (1996b) Eindrapportage Oost-West (voorlopige titel). Rapport RIKZ-96.xxx

Vroon, J. (1994) Hydrodynamic characteristics of the Oosterschelde in recent decades. *Hydrobiologia* **282/283**, 17-27.

Wadatlas (1989) Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dir.-Gen. Scheepvaart en Maritieme Zaken, 81 p. + aanvullende informatie.

7. Bijlage: figuren

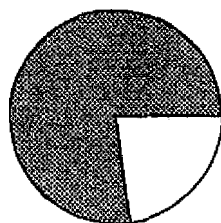
Figuur 1: Ligging kustlijn ten opzichte van basiskustlijn.



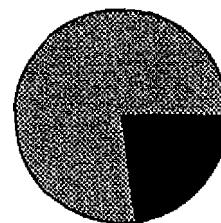
Figuur 2a: Grafisch overzicht natuurvriendelijke oevers.

Huidige situatie

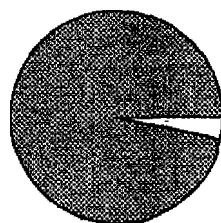
Potentiële situatie



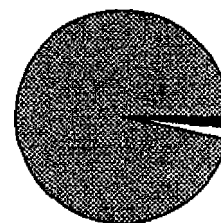
Eems-Dollard



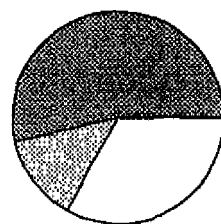
Eems-Dollard



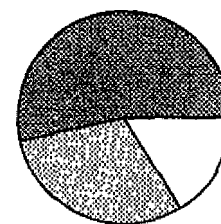
Waddenzee - oost



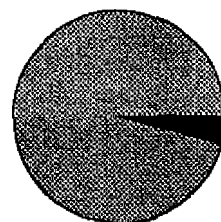
Waddenzee - oost



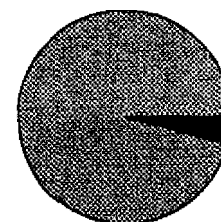
Waddenzee - west



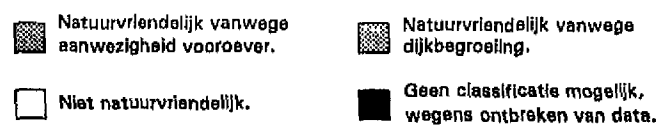
Waddenzee - west



Kustzone



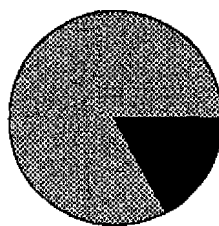
Kustzone



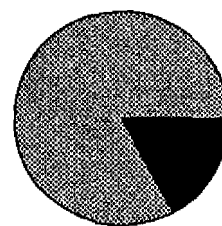
Figuur 2b: Grafisch overzicht natuurvriendelijke oevers.

Huidige situatie

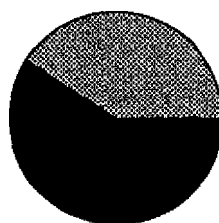
Potentiële situatie



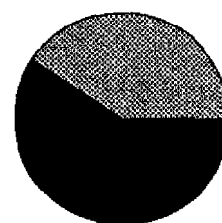
Voordelta



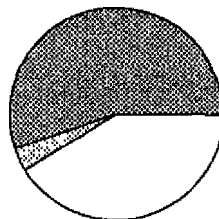
Voordelta



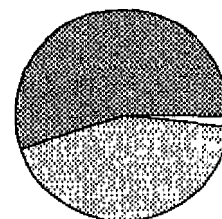
Grevelingenmeer



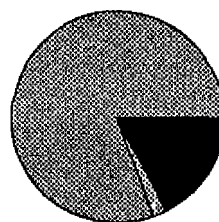
Grevelingenmeer



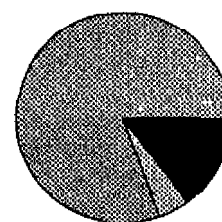
Oosterschelde



Oosterschelde



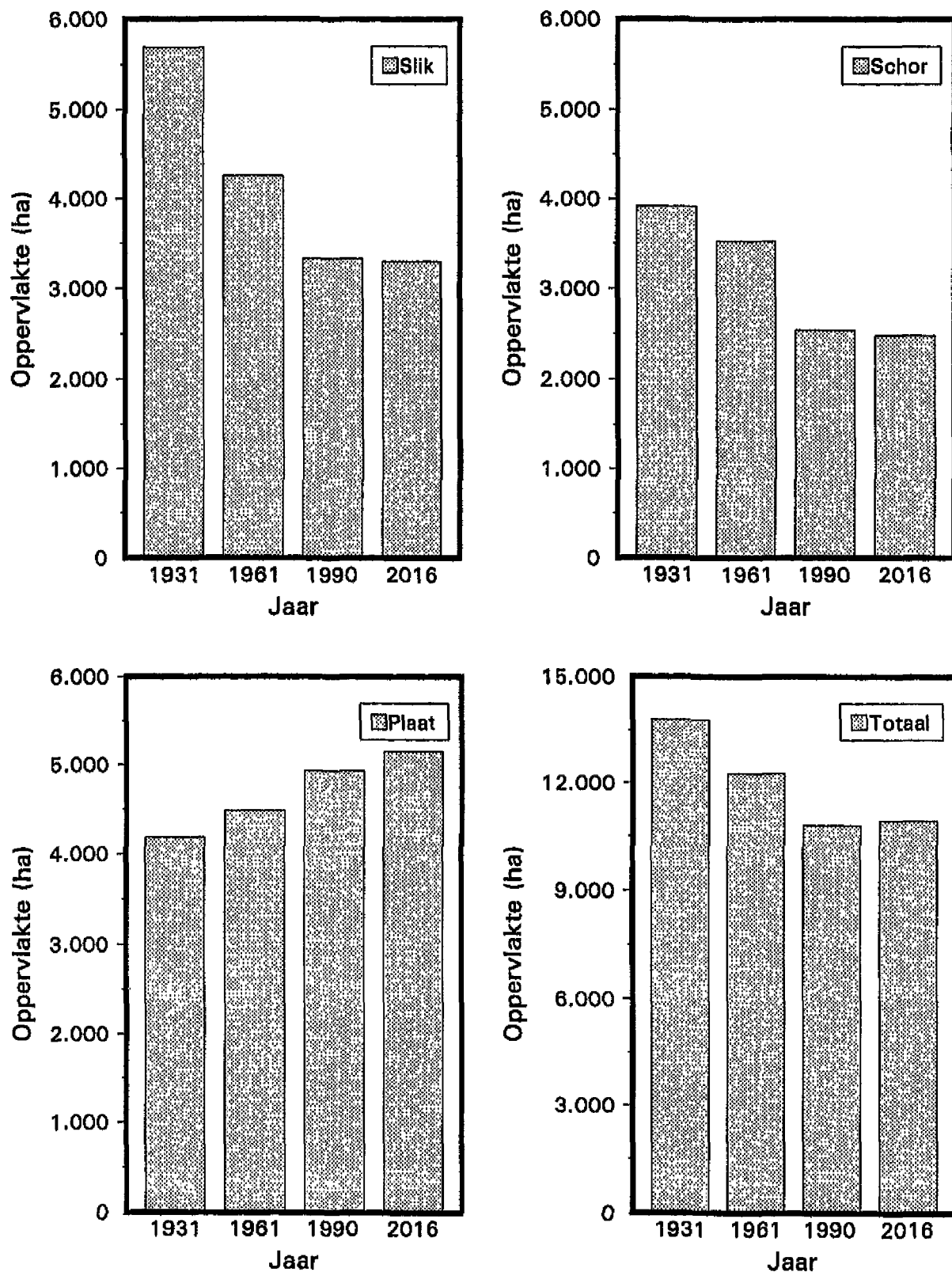
Westerschelde



Westerschelde



Figuur 3a: Historische ontwikkeling in de arealen intergetijdegied in de Westerschelde.



Figuur 3b: Historische ontwikkeling in de kwelderarealen in de Waddenzee en de Eems-Dollard.

